

Auton polttoaineenkulutuksen joustot eri väestöryhmissä

Esitutkimus

$$(1) \quad q_b \equiv \frac{q_{km}}{e_{kml}}$$

$$(1') \quad d\ln(q_b) = d\ln(q_{km}) - d\ln(e_{kml})$$

$$(2) \quad \epsilon_{q_b p_b} = \frac{\partial \ln(q_b)}{\partial \ln(p_b)} = \frac{\partial \ln(q_{km})}{\partial \ln(p_b)} - \frac{\partial \ln(e_{kml})}{\partial \ln(p_b)}$$

$$\epsilon_{q_b p_b} = \epsilon_{q_{km} p_b} - \epsilon_{e_{kml} p_b}$$

Tielaitoksen selvityksiä
44/1993

Kari Djerf - Jussi Hirvonen

**Auton polttoaineenkulutuksen
joustot eri väestöryhmissä**

Esitutkimus

Tielaitos
Tutkimuskeskus

Helsinki 1993

ISSN 0788-3722
ISBN 951-47-7683-6
TIEL 3200169
Painatuskeskus Oy
Helsinki 1993

Julkaisua myy:
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,
painotuotemyynti
Telefax (90) 1487 2652

Tielaitos
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde (90) 148 721

DJERF, Kari - HIRVONEN, Jussi: Auton polttoaineenkulutuksen joustot eri väestöryhmissä: esitutkimus. Helsinki 1993, Tielaitos, tutkimuskeskus. Tielaitoksen selvityksiä 44/1993, 41 s. TIEL 3200169, ISBN 951-47-7683-6.

Asiasanat: bensiinin kysyntä, tulojousto, hintajousto, kotitaloudet

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa selvitetään, miten suomalaisia kotitaloustason aineistoja voitaisiin käyttää kotitalouksien bensiinin kysynnän empiiriseen tutkimukseen. Keskeisenä tavoitteena tällaisissa tutkimuksissa on kotitalouksien erojen huomiointi. Tavoitteena on kartoittaa soveltuvia empiirisen taloustieteen ja ekonometrian menetelmiä ja selvittää, mitä kotimaisia tilastoaineistoja voitaisiin tutkimukseen käyttää. Raportti jakautuu teoreettiseen ja empiiriseen osaan.

Teoreettisessa osassa esitellään lyhyesti, mitä teoreettisia malleja ja tilastollisia menetelmiä on sovellettu kotitalouksien bensiinin kysynnän tutkimukseen kotitaloustason aineistoilla. Näillä aineistoilla bensiinin kysyntätutkimusta on tehty varsin vähän. Tarkemman tarkastelun kohteeksi valitaan kaksi tutkimusta. Toinen on tehty kotitaloustiedustelun tyyppisellä aineistolla ja teoreettisena lähtökohtana on kotitalouden tuotantoteoria. Toinen edustaa ns. kuljetusmuodon valinnan tutkimusperinnettä, ja aineisto on kerätty erityisesti tutkimuksen tarpeisiin. Lisäksi sivutaan lyhyesti eräitä menojärjestelmien estimointiin perustuvia tutkimuksia, jotka eivät suoraan liity bensiinin kysyntätutkimukseen.

Empiirisessä osassa täydennetään 1990 kotitaloustiedustelun aineisto bensiinin hintatiedoilla ja estimoidaan eräitä kysyntäyhtälöitä. ALIDS-mallin estimointitulokset sopivat hyvin yhteen aikaisemman aikasarjatutkimuksen tulosten kanssa. Aineisto on siis kelvollinen kysyntäyhtälöiden estimointiin.

Raportissa esitetään, että tutkimusta 1990 kotitalousaineistolla jatkettaisiin. Sopivaksi teoreettiseksi kehikoksi ehdotetaan menojärjestelmien tutkimusperinteeseen nojaavaa yhden hyödykkeen mallin estimointia, sillä se antaa joustavimmat mahdollisuudet kotitalouksien erojen huomioimiseen.

ALKUSANAT

Energia- ja ympäristöpolitiikan keskeisenä tavoitteena on hillitä energiankulutuksen kasvua. Polttoaineiden hintoihin sisällytettävistä ympäristöveroista on tulossa valtiovallalle yhä tärkeämpi väline liikennepolitiikan ohjaamisessa. Liikennepoliittisten päätösten perustaksi tarvitaan tietoa siitä, miten kuluttajat reagoivat hinnanmuutoksiin, eli mikä on polttoaineen kysynnän hintajousto.

Tämän esitutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa polttoaineen kysynnän joustoja koskeva kirjallisuus ja ulkomaiset tutkimukset sekä selvittää aineiston käsittelyyn sopivat empiirisen taloustieteen ja ekonometrian menetelmät. Pääpaino on poikkileikkausaineistoilla tehdyissä tutkimuksissa, koska sellaisilla aineistoilla voidaan selvittää eri väestöryhmien välisiä eroja autonomistuksessa, ajosuoritteissa ja polttoaineen kysynnässä. Lisäksi on kehitetty varsinaista tutkimusta varten teoreettinen kehikko ja tarkastettu työhön sopivat tilastoaineistot.

Varsinaisen tutkimuksen tavoitteena on selvittää polttoaineen kysynnän hintajoustoja eri väestöryhmissä. Tutkimustuloksilla on merkitystä tielaitoksen liikenne-ennustemenetelmien kehittämisessä. Liikenne-ennusteet perustuvat myös eri väestöryhmien autonomistuksen ja käytön tarkasteluun. Joustojen avulla ennustemenettelyyn voidaan sisällyttää politiikkamuuttujia vaihtoehtoisten ennusteiden laatimiseksi.

Projektin tutkijoina ovat olleet TTK Kari Djerf ja valt. yo Jussi Hirvonen, jotka ovat kirjoittaneet myös tutkimusraportin. Projektin johtoryhmään ovat kuuluneet Juha Nurmela (puh. joht.) ja Kari Djerf (siht.) Tilastokeskuksesta, Raimo Valtanen kauppa- ja teollisuusministeriöstä, Risto Vaitinen Kuluttajatutkimuskeskuksesta ja Veijo Kokkarinen tielaitoksesta.

Tutkimus on julkaistu myös "Kuluttajatutkimuskeskuksen julkaisuja" -sarjassa.

Helsingissä kesäkuussa 1993

Tutkimuskeskus

Sisältö	7
1 JOHDANTO	9
1.1 Tutkimuksen taustaa	9
1.2 Aiemmasta tutkimuksesta	9
1.3 Esitutkimuksen tavoite ja rajaukset	10
2 BENSIININ KYSYNTÄTUTKIMUKSEN TEOREETTINEN KEHYS	10
2.1 Yleistä	10
2.2 Tutkimuksen jäsentävät näkökulmat	11
2.3 Kotitalouksien bensiinin kysynnän empiirinen tutkimus	13
2.3.1 Yleistä	13
2.3.2 Kotitalouksien bensiinin kysyntä: neljä lähestymis- tapaa	14
2.3.3 Kotitalouksien erilaisuus ja lähestymistavat	15
2.4 Katsaus kolmeen empiiriseen tutkimukseen	16
2.4.1 Kotitalouden tuotantoteoria	16
2.4.2 Autovarannon, matkustustavan ja bensiinin kysynnän valintamalli	21
2.4.3 Menojärjestelmät	25
2.4.4 Tutkimuksen vertailua	25
3 KOTIMAISET TUTKIMUSAINEISTOT	27
3.1 Yleistä	27
3.2 Kotitaloustiedustelun aineiston kuvaus	27
3.2.1 Autonomistukseen ja bensiininkulutukseen liittyvien muuttujien piirteitä	28
3.2.2 Analyysiä varten tarvitut hintatiedot	30
4 AINEISTOLLA TEHDYT MALLIKOKEET	30
4.1 Yleistä	30
4.2 Naiivit kysyntäyhtälöt	31
4.3 ALIDS-kysyntäyhtälöt	33
4.4 Johtopäätökset	34
5 YHTEENVETOJA JA JATKOTUTKIMUKSEN TEEMOJA	34
VIITTEET	37
LÄHTEET	39

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen taustaa

Energian kulutuksen kasvun hidastaminen on energiapolitiikan ja ympäristöpolitiikan keskeinen tavoite. Julkisella vallalla on monia keinoja vaikuttaa energian kulutukseen, mutta viime aikoina on korostettu hintojen kautta tapahtuvaa ohjausta. Polttoaineiden reaalihintojen pitäisi nousta jatkuvasti, jotta kuluttajat todella muuttaisivat käyttäytymistään ja vähentäisivät kulustaan.

Päätösten perustaksi tarvitaan kuitenkin tietoa siitä, miten kuluttajat reagoivat hinnanmuutoksiin eli mikä on *kysynnän hintajousto*. Aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu, että polttoaineen kulutus on varsin joustamatonta ja osa autoilijoista alentaakin itse asiassa muuta kulutusta kompensoidakseen polttoaineen hinnan nousun. Kotitalouksien mahdollisuudet muuttaa polttoaineenkulutustaan ovat erilaisia, ja hinnankorotuksilla voi olla suuriakin tulonjakovaikutuksia. Kiinnostuksen kohteena on muun muassa, mitkä väestöryhmät vähentävät autoilua ja minkä verran, sekä mitä matkoja vähennetään, jos polttoaineen reaalihintaa on tasaisessa nousussa. Tärkein kysymys on luonnollisesti, kuinka *paljon* toimenpide vaikuttaa. Näidenkin analyysien pohjatiedoksi tarvitaan hyvä käsitys bensiinin kulutukseen vaikuttavista tekijöistä. Ongelmakenttä on siis sekä ympäristö- että energiapolitiikasta varsin mielenkiintoinen.

1.2 Aiemmasta tutkimuksesta

Henkilöautojen polttonesteenkulutusta on perinteisesti analysoitu aggregoituna koko kansantalouden tasolle. Tutkimusaineistoina ovat olleet koko kotitaloussektorin polttoaineenkulutusta kuvaavat aikasarjat. Joustotutkimuksia on julkaistu paljon, joitakin myös Suomen aineistolla. Viimeisimmissä Suomessa tehdyissä tutkimuksissa on päädytty tuloksiin, joiden mukaan varsin suurelleen nimellishinnan muutokset eivät vaikuta kovin voimakkaasti kysyntään lyhyellä aikavälillä (ts. lyhyen ajan hintajousto on pienehkö). Pitkän ajan hintajousto olisi välillä -0.5 - -1 (Malka, 1990, Djerf, 1991). Aineiston luonteen vuoksi ei näissä tutkimuksissa ole voitu analysoida kotitalouksien eroja, esimerkiksi kokonaiskulutuksen muutoksen kohdentumista.

Poikkileikkaustutkimuksilla saadaan tietojenkeruuhetkeltä jakaumatiedot, jotka kuvaavat käyttäytymisen eroja väestöryhmittäin. Tuorein suurehko tutkimus perustuu vuoden 1985 kotitaloustiedusteluun (TVH, Liikenne- ja autokantaennusteet). Asiaa on sivuttu myös eräissä muissa haastattelututkimuksissa.

Vuosina 1990 ja 1991 tehdyssä haastattelututkimuksessa saatiin tulokseksi, että 36 prosenttia talouksista vähentäisi ajamistaan, jos bensiinin hinta olisi jäänyt lokakuussa 1990 kohonneelle tasolle taikka noussut siitä (Kokkarinen, 1991, 1992). Tämänkin tutkimuksen perusteella voidaan arvioida, että hinnankorotusten tulee olla tuntuvia, jotta ajomäärät vähenisivät merkittävästi.

1.3 Esitutkimuksen tavoite ja rajaukset

Tavoitteena on selvittää, kuinka kulutuksen joustot vaihtelevat eri väestöryhmissä. Tehdyn *esitutkimuksen* tavoitteena oli kartoittaa aihetta koskeva kirjallisuus ja ulkomaiset tutkimukset sekä luoda varsinaisen tutkimuksen teoreettinen asetelma sekä tarkastaa sopivat tietoaaineistot.

Kirjallisuuskatsauksen painopisteenä ovat poikkileikkausaineistoilla tehdyt tutkimukset, koska muilla aineistoilla ei voida selvittää eri väestöryhmien välisiä eroja autonomistuksen, ajosuoritteiden ja bensiinin kysynnän suhteen. Lisäksi päätettiin kustannussyistä käyttää jo kerättyjä tutkimusaineistoja.

Esitutkimuksen keskeiset osat ovat laajahko kirjallisuuskatsaus alan viimeaikaiseen – varsinkin poikkileikkaustutkimuksia koskevaan – kirjallisuuteen sekä aineistoihin liittyvät esiselvitykset. Tässä raportissa esitetään esitutkimuksen keskeiset tulokset sekä hahmotellaan varsinaisen tutkimuksen etenemistä.

Raportin kirjoittamisvastuu on jakautunut siten, että pääosa kirjallisuuskatsauksesta on Jussi Hirvosen tekstiä, muut osat pääosin Kari Djerfin käsialaa.

2 BENSIININ KYSYNTÄTUTKIMUKSEN TEOREETTINEN KEHYS

2.1 Yleistä

Bensiinin kysyntää (kuten useimpien muidenkin hyödykkeiden kysyntää) on useimmiten lähestytty aikasarja-aineistoon perustuvilla analyysimenetelmillä. Yksinkertaisia kysyntäyhtälöitä sekä monimutkaisempia ekonometrisia *yhden hyödykkeen malleja* ovat Suomen aineistolla soveltaneet mm. Uusitalo ja Djerf (1983), Djerf (1992) sekä Malka (1992). Kattavan yhteenvedon tämän aihepiirin kansainvälisestä tutkimuksesta saa Sternerin (1990) sekä Dahlin ja Sternerin (1991a) laatimista katsauksista.

Kysyntäteoriaan perustuva *menojärjestelmien* estimointi menee pidemmälle. Se mahdollistaa eri hyödykkeiden ja hyödykeryhmien välisten suhteiden (kuten korvaavat hyödykkeet tai sen vastakohtana toisiaan täydentävät hyödykkeet) huomioon ottamisen. Menojärjestelmiä on Suomen aineistolla tutkinut mm. Rahiala (1984).

Kumpikin lähestymistapa sisältää saman aineistoon liittyvän ongelman: aggregoidut aineistot kuvaavat keskimääräistä kulutusta, eivät kulutuksen jakautumista.

Väestöryhmittäisten kulutuserojen ja niihin liittyvien tekijöiden tutkiminen onnistuu vain riittävän edustavalla poikkileikkausaineistolla. Sopivat tietoaaineistot on poikkeuksetta kerätty survey-tutkimuksilla. Otoksoon täytyy olla suuri, jotta kaikista kiinnostuksen kohteena olevista ryhmistä saadaan riittävästi havaintoja. Tutkittavasta ilmiöstä täytyy saada paljon tietoa, lisäksi tarvitaan lukuisia taustatietoja.

Myös tutkimusmenetelmiltä vaaditaan uusia ominaisuuksia. Aikasarjat ovat useimmiten totaali- tai väestöön suhteutettuja aineistoja (kulutus yhteensä, kulutus per capita). Muuttujat vaihtelevat yli ajan. Poikkileikkausaineistossa ei (aina) ole aikatekijää. Sen sijaan vaihtelua on samantyyppisten havaintojen välillä. Vaihtelu on

usein myös sangen voimakasta verrattuna saman muuttujan vaihteluun aikasarjoissa. Esimerkiksi bensiinin kulutus vaihtelee paljon enemmän yli kotitalouksien kuin yli ajan.

Kulutuksen analysointi poikkileikkausaineistolla vaatii teoreettisesti hyvin perustelluja malleja, jotta tulokset olisivat mielekkäitä. Bensiinin kulutuksen analyysissä täytyy ensiksi ottaa huomioon hyödykkeen luonne. Sen kysyntä on johdettua kysyntää: suurin osa bensiinistä kuluu henkilöautoissa ja autoja käytetään henkilöiden ja tavaroiden kuljettamiseen. Kotitalouksien kuljetustarpeen tyydyttämisestä aiheutuu bensiinin kulutusta, joka voidaan mieltää tuotantopanokseksi. Siten kulutus voidaan johtaa kuljetuksien tuotantofunktiosta. Kotitalouden tuotantoteoria tarjoaa sopivan lähestymistavan hyötyfunktion ja sitä tietä kulutusfunktion johtamiseen (ks. esim. Archibald ja Gillingham, 1980, sekä Deaton ja Muellbauer, 1980a).

Kulutusfunktion estimoinnissa joudutaan myös huolellisesti tutkimaan aineiston ominaisuuksia. Kuluttajan valintateorian kannalta mielekkäät kulutusfunktiot sisältävät vahvoja parametrien välisiä rajoituksia, jotka tekevät koko estimointiongel-
masta epälineaarisen.

2.2 Tutkimuksen jäsentävät näkökulmat

Kotitaloustiedustelu aineistona

Kotitaloustiedustelun tavoitteena on kotitalouksien keskimääräisen "kulutuskorin" avulla arvioida elinkustannusten kehitystä. Kotitalouskohtaiset tiedot saadaan sekä vuosihaastatteluilla että kahden viikon mittaisella tilipidolla. Tilinpitotiedot sopivat keskimääräisten kulutusmenojen ja osuuksien arviointiin, mutta yksittäisen kotitalouden osalta tiedot voivat antaa hyvin harhaanjohtavan kuvan: jotkut kotitaloudet eivät sattumalta osta bensiiniä juuri tilinpitojaksolla ja toiset eivät olleenkaan, bensiinin kulutuksessa on kausivaihtelua (esim. lomamatkat, kesäautot) jne.

Poikkileikkausaineisto on pysäytetty kuva: eri "ryhmiin" luokittevat kotitaloudet edustavat eri sukupolvia, kulutustottumuksia ja elämäntapoja. Ikä (tai päämiehen ikä) toimii siis korvikemuuttujana kaikille näille tekijöille. Samaa voi sanoa monista elinkaareen liittyvistä muuttujista (lasten lukumäärä, kotitalouden koko, asumismuoto jne). Tässä lienee yksi rajapinta eri tutkimusotteiden ja perinteiden välillä. Arkikeskusteluissa elää ainakin vahva usko siihen, että kulutustottumukset (kaahailu tms), elämänvaiheet (lapsiperheet) ja muut seikat määrävää bensiinin kulutusta. Suomi autoistui ja kaupungistui 60-luvulla, joten eri ikäpolvien liikennetottumuksissa lienee eroja, mutta yhdessä poikkileikkausaineistossa "puhtaita" ikävaikutuksia ei kuitenkaan voi erottaa kohorttivaikutuksista (sukupolvivaikutuksista).

Kotitaloustiedustelun tai vastaavan laajan poikkileikkaustutkimuksen tietosisältö on ensimmäinen jäsentävä näkökulma, sillä aineisto ei sellaisenaan sovellu tutkimusongelmaan. Taustaksi tarvitaan kuitenkin hieman laveampaa näkemystä: ihanne voisi olla se, että yhden (staattisen) poikkileikkausaineiston ja kotitaloustiedustelun luonteen aiheuttamat ongelmat voitaisiin ottaa eksplisiittisesti huomioon mallien täsmäntämisessä. Tästä syystä on myös mielekästä perehtyä muilla poikkileikkausaineistoilla tehtyihin tutkimuksiin: vertailu voi tarkentaa kotitaloustiedustelun rajojen ja mahdollisuuksien määrittelyä.

Bensiini hyödykkeenä

Bensiinin kulutuksen erityispiirteet – erityisesti sen luonne panoksena – ovat toinen jäsentävä näkökulma. Bensiinin kysyntä on johdettua kysyntää. Kotitalouden näkökulmasta bensiinin kysyntäpäätösten ja siis myös hinta- ja tulojousten takana on eri tarkoituksiin (huvi, työ) kotitalouden kannalta optimaalisen kuljetusmuodon valinta. Empiiristen tutkimusten tulokset kertovat, että bensiinin kysyntä on lyhyellä ajalla varsin joustamatonta niin tulojen kuin hintojenkin suhteen. Tulos on uskottava, jos suurin osa kuljetuspalveluista liittyy erilaisiin "pakollisiin" matkoihin. Myös kuljetustavan valintaa rajoittavat monet lyhyellä ja keskipitkälläkin ajalla kiinteät tekijät: auton hankinta, ajokortin hankinta tai asunnon vaihtaminen metroaseman viereen ja autosta luopuminen vaativat aikaa.

Hyödykkeenä bensiini on yli ajan ja paikan homogeeninen, ja sen käyttö rajoittuu kotitalouksilla lähes yksinomaan autoiluun. Sitä ei osteta varastoon poikkeusoloja lukuun ottamatta.

Bensiinin hinta oli pitkään säännelty ja täydellisen kilpailun markkinat eivät vieläkään vallitse. Kaupan vapautuminen alkoi 1980-luvun loppupuolella, mikä aiheuttaa melkoisia ongelmia tutkimusaineistoja harkittaessa.

Autojen ominaisuudet ja käyttökustannukset muuttuvat yli ajan, joten yhdessä poikkileikkauksessa on laaja valikoima erilaatuisia ajoneuvoja. Vaikka tutkimus rajattaisiin – ja näin varmaan tehdään – auton omistaviin kotitalouksiin, on asialla merkitystä. Tässä useamman yhdistetyn kotitaloustiedustelun käyttö voisi tuoda lisävalaistusta.

Kotitaloudet valitsevat mahdollisten "kuljetuspalveluiden yhdistelmien" joukosta mieleisensä, mutta vaihtoehtoisten palveluiden hinnoista tai käytöstä ei juuri ole tietoja. Lisäksi kotitalouksien valintamahdollisuudet eivät ole samat – tavanomaisin menettely lieenee lisätä selittäjiksi alueellisia osoitinmuuttujia. Osa matkoista on myös työsuhteajelua tai työhön liittyvää kulkemista, ja osasta kuluttaja saa korvauksen.

Uudemman mikroekonometrian mahdollisuudet

Mikrotason aineistojen parempi saatavuus, laskentatehon kasvu ja ekonometrian menetelmien kehitys on tuonut viimeisen kymmenen vuoden aikana paljon uusia välineitä myös moniulotteisten ja laajojen mikroaineistojen analyysiin. Samalla se on poistanut monia rajoituksia, jotka ennen rajasivat ikään kuin automaattisesti käytettävät mallit parametrien suhteen lineaarisiksi, suosivat yksinkertaisia estimointimenetelmiä jne. Aineiston koko on kuitenkin edelleen rajoittava tekijä. Vaihtoehtojen runsaus on tietysti rikkaus, mutta suurilla aineistoilla regressiokokeilut ovat liian raskaita. Tärkeä käytännön johtopäätös on se, että muulta suomalaiselta kotitaloustiedusteluaineistoilla tehdyltä tutkimukselta kannattaa ottaa oppia.

Laajeneva menetelmävalikoima antaa välineitä kotitaloustiedustelun tyyppiselle poikkileikkauksaineistolle sopivien riittävän joustavien funktiomuotojen valintaan. Toiseksi erilaiset endogeenisen valikoitumisen mallit saattavat olla hyödyllisiä bensiinin kysynnän analyysissä. Kolmanneksi puhtaan kuvailevatkin mallit auton omistukselle ovat hyödyllisiä. Myös puhtaammin sovellettu tilastotiede on tuonut runsaasti välineitä esim. hyvin vinojen jakaumien "häntien" mallintamiseen (suurkuluttajat jne).

Kotitalouksien väliset erot ja empiirinen kysyntätutkimus

Yhdessä poikkileikkauksessa vaihtelut kotitalouksien välillä ovat suuria, hinnat taas eivät yleensä vuoden sisällä juuri vaihtelee. Toisaalta tulot vaihtelevat yhdessä poikkileikkauksessa paljon, joten meno-osuuksien ja tulojen riippuvuuden tutkimuksella on pitkät perinteet. Vaihtelu kotitalouksien välillä dominoi, joten se on jotenkin huomioitava. Demografiset ja muut taustamuuttujat voidaan yksinkertaisimmassa tapauksessa käsitellä eräänlaisina "kiasaparametreina"¹, jotka liitetään kotitalouksien yhteistä käyttäytymistä kuvaavaan malliin. Bensiinin kysyntää kuvataan siis kaikille kotitalouksille yhteisellä "perusmallilla", jossa selittäjinä ovat hinnat ja kokonaismenot. Joustot eivät välttämättä ole vakioita vaan riippuvat tulo- ja hintatasosta tai niiden yhdysvaikutuksista. Tähän malliin lisätään "tarpeen mukaan" kotitalouksien eroja kuvaavia taustamuuttujia, kuten asuinpaikka, kotitalouden koostumus tai ammattiasema. Ongelma on, että talousteoriantaa aika vähän vihjeitä siitä, miten nämä muuttujat tulisi valita. Kansainvälisistä tutkimuksista voi etsiä esimerkkejä, mutta ongelma ei sillä ratkea sillä muuttujat heijastavat tietysti juuri (myös) institutionaalisia ja muita eroja eri valtioiden välillä.

Kun tavoitteena on kotitalouksien välisten erojen tutkiminen, on syytä pohtia monia muita ja ehkä myös systemaattisempia tapoja käsitellä niitä kysyntäyhtälöissä. Kotitalouksien erilaisuus voidaan ottaa huomioon monin eri tavoin: valinta riippuu tutkimuksen tavoitteista, teoreettisesta viitekehyksestä ja käytettävän aineiston mahdollisuuksista.

2.3 Kotitalouksien bensiinin kysynnän empiirinen tutkimus

2.3.1 Yleistä

Ekonometriset tutkimukset voi luokitella käytetyn aineiston, teoreettisen lähestymistavan ja tilastollisten menetelmien mukaan. Dahl ja Sterner (1986, 1991a, 1991b) ovat tämän bensiinin kysynnän osalta tehneet, tosin painottaen kahta jälkimmäistä asiaa. Teoreettiset lähtökohdat ovat mukana yhdeksänä mallityyppinä, eikä niitä artikkeleissa tarkemmin pohdita. Uusimmassa katsausartikkelissa (Dahl ja Sterner, 1991a) käydään läpi satakunta empiiristä bensiinin kysyntätutkimusta, joista vain muutama on tehty mikrotason aineistolla².

Kysymys ei ole kiinnostuksen puutteesta: bensiinin kysyntä on ollut vuoden 1973 energiakriisin jälkeen ja osin sen ansiosta suosittu tutkimuskohde. Ympäristöongelmat ja sopivien politiikkainstrumenttien etsintä ovat uudemman kiinnostuksen syy. Aineiston saatavuus, poikkileikkausaineistojen analyysin vaikeus ja monet muut tekijät selittänevät mikrotason tutkimusten vähäisyyden. Mitään suoraa esikuvaa ei siis löydy.

Katsaukset ovat hyödyllisiä luetteloita, ja samalla ne osoittavat empiiristen tutkimusten vertailun ja synteessin vaikeudet. Aggregoiduilla aikasarja-aineistoilla vertailuja voi ehkä tehdä, mutta mikroaineistoilla asia hankaloituu, sillä rakenteelliset erot maiden välillä tulevat selvästi näkyviin. USA:n datalla tehtyä tutkimusta on vaikea suoraan verrata suomalaiseen (esim. rotumuuttujien tulkinta), hyödyllisempää on paneutua muutamaan poikkileikkaustutkimukseen hieman tarkemmin.

2.3.2 Kotitalouksien bensiinin kysyntä: neljä lähestymistapaa

Kotitalouksien bensiinin kysynnän empiiriseen tutkimukseen soveltuvat lähestymistavat voi jakaa karkeasti neljään ryhmään.

Kuluttajan valintateoriaan perustuvien menojärjestelmien estimointi on näistä yksi. Tutkimuksissa tarkastellaan yleensä muutamaa melko aggregoitua "hyödykettä", joista polttoaineet tai energia on yksi. Kotitalouksien väliset erot voidaan ottaa monipuolisesti huomioon (koulutustaso, demografiset muuttujat, asuinpaikka), mutta tarkempaa huomiota on kiinnitetty eri tuloluokkiin. Esimerkkeinä tästä lähestymistavasta ovat Blundellin katsausartikkeli (1988) ja brittiläisen IFS:n (Institute for Fiscal Studies) raportit. Jo yhdessä poikkileikkauksessa on käytettävä muutamaa varsin aggregoitua hyödykeryhmää. Mainituissa tutkimuksissa on käytetty useamman kotitaloustiedustelun yhdistettä, jolloin aineistojen yhdistäminenkin vaatii aggregointia. Lähestymistavan vahvuus on siinä, että menojärjestelmien estimoinnissa voidaan ottaa huomioon kulutuksen koko rakenne (vaikka kestokulutushyödykkeet usein jätetään pois). Kun kulutuksen koko rakenne huomioidaan ja malli voidaan tulkita hyödyn maksimoinnin teoreettisessa kehikossa, voidaan mallin avulla vertailla politiikkavaihtoehtojen hyvinvointivaikutuksia (esim. liikevaihtoveron kohtaanto). Kysynnän perustutkimuksena ne ovat luonnollinen tausta myös yhden yhtiön analyysille. Toinen ja vielä painavampi syy on laajojen mikroaineistojen analyysin työläys: juuri tästä näkökulmasta on kotimaisilla aineistoilla tutkittu menojärjestelmiä ja yksittäisten hyödykkeiden kysyntää. Kolmanneksi juuri tässä tutkimusperinteessä löytyy monipuolisin valikoima kotitalouksien erojen huomioon ottamiseen: menosuukien riippuvuus tuloista (ns. Engelin käyrät) oli ensimmäisiä empiirisen taloustieteen tutkimuskohteita. Lähestymistapa soveltuu myös yhden yhtiön mallien teoreettiseen perusteluun, täydellisen menojärjestelmän estimointi ei ole välttämätöntä.

Kotitalouden tuotantoteorian näkökulmasta aiheita ovat tutkineet ainakin Archibald ja Gillingham (1980,1981) ja samassa hengessä voi perustella niitä empiirisiä malleja, joissa autokanta ja sen tekniset ominaisuudet on tavalla tai toisella yritetty ottaa huomioon. Tällöin kotitaloudet eroavat olennaisesti juuri "tuotantoteknologiansa" suhteen, ja kotitalouden tuotantoteoria toimiikin enemmän tulkintakehikkona. Lähestymistapa on luonteva, mutta empiirisen tutkimuksen kannalta se on ongelmallinen. Ensinnäkin kotitalouksien eroissa huomio keskittyy teknologiaeroihin (autokannan ominaisuudet), eikä niistä ole helppo hankkia luotettavaa dataa. Realistisuuden lisääminen johtaa myös helposti epärealistisuuden lisäämiseen toisaalla: monet muut seikat, esim. markkinoiden epätäydellisyydet, on jätettävä tarkastelun ulkopuolelle. Tämä vaatii usein vahvoja oletuksia kotitalouksien käyttäytymisestä, valinnan rajoista ja mahdollisuuksista.

Kotitalouksien sähköenergian käytön empiirisellä tutkimuksella on vahvat perinteet: Journal of Econometrics -lehti omisti kaksi ensimmäistä numeroaan juuri tälle teemalle. Näissä empiirisistä tutkimusongelmissa ja liikennemuodon valinnan tutkimuksessa (esim. Train, 1986) kehitettiin ns. diskreetin valinnan malleja ja erityisesti "omistus ja käytön määrä" - valintojen simultaanisen mallintamisen tilastollisia välineitä. Tätä tutkimusperinnettä edustaa tässä raportissa kanadalainen bensiinin kysyntätutkimus, jossa estimoitava bensiinin kysyntäyhtälö johdetaan McFaddenin (1981) esikuvan mukaisesti stokastisesta hyödyn maksimointiongelmasta.

Heterogeenisimpaan ryhmään ("muut") jää enemmän tai vähemmän kuvaileva, deskriptiivinen tutkimus. Kotitaloustiedustelujen aineistoa on hyödynnetty jonkun laajemman kysyntäerän kuten energian (Hutton 1983, 1984) meno-osuuden vaihtelun kuvailuun. Hill (1980) tutki bensiinin hinnannousun vaikutuksia kahden poikkileikkausaineiston avulla (1973, 1977) ja pyrki erityisesti selvittämään hinnannousun tulonjako- ja hyvinvointivaikutuksia. Suomessa on laadittu lukuisia tähän ryhmään kuuluvia selvityksiä, esim. TVH:n 1985 kotitaloustiedusteluun perustuva liikenne- ja autokantaennuste.

2.3.3 Kotitalouksien erilaisuus ja lähestymistavat

Miten edellä esitetyt lähestymistavat huomioivat kotitalouksien erot? Menojärjestelmien tutkimusperinteessä ongelmaa lienee pohdittu eniten. Aineistojen laaja tietosisältö tavallaan jo pakottaa siihen, sillä se tuo esiin kotitalouksien ja niiden kulutusrakenteen suuret erot. Samalla laaja tietosisältö antaa mahdollisuuksia erojen huomioimiseen. Tutkimuksen tässä vaiheessa on parasta todeta, että vaihtoehtoisia lähestymistapoja on lukuisia. Menojärjestelmien traditiossa tunnetuin tapa on korvata havaitut hinnat ns. Barten-hinnoilla. Kotitaloudet tekevät (optimaalisen) valintansa näiden "korjattujen" hintojen perusteella. Suoniemen tutkimusraportissa (1990a-d) on esitelty tätä menetelmää yhden hyödykkeen kysyntäyhtälön estimoinnissa ja pohdittu sen ongelmia. Jotta monipuolisuus tulisi esiin, voidaan mainita kaksi esimerkkiä, joissa kotitalouksien erot on huomioitu hyvin eri tavoin.

Deaton et al. (1989) tutkivat espanjalaisella kotitaloustiedusteluaineistolla kotitalouden demografisen rakenteen vaikutusta sen kulutusrakenteeseen. He estimoivat Engelin käyrien järjestelmän. Kotitaloustiedustelun yksityiskohtaisten hyödykkeitöiden avulla on mahdollista tutkia, löytyykö hyödykeryhmiä, joiden kulutuksella on voimakas yhteys johonkin tiettyyn demografiseen ryhmään ja toisaalta hyödykeryhmiä, joille tällaista yhteyttä ei ole. Tässä tarkoituksessa he esittävät demografisen separoituvuuden käsitteen: on hyödykeryhmiä joiden kulutus on riippumatonta kotitalouden demografisesta rakenteesta. Tärkeänä esimerkkinä he tutkivat ja testaavat "aikuishyödykkeiden" olemassaoloa, hyödykkeiden jotka ovat demografisesti separoituvia "lapsimuuttujista". Menetelmää sovelletaan "lapsikustannusten" mittaamiseen.

Perusajatus on se, että hyödykkeiden meno-osuudet (hintoja ei aineistossa ole) riippuvat eri tavalla kotitalouden jäsenten ikärakenteesta. Lapset käyttävät lastenruokaa, aikuiset alkoholia. Uuden lapsen syntymällä ei liene paljonkaan vaikutusta viinin kulutukseen: viini ei ole lastenruokaa tai elokuvissa käyntiä, jolloin uusi lapsi generoi joko suoraan uutta kysyntää tai kotitalouden budjetin uudelleenjärjestelyjä. Silti vaikutus ei ole nolla, sillä lapset aiheuttavat kustannuksia. Lapsen vaikutus viinin kulutukseen on siis oleellisesti tulovaikutus, kun taas vaikutus lastenruokaan tai elokuvissa käyntiin pitää sisällään myös substituutiovaikutuksia. Tällöin alkoholi on demografisesti separoituva lasten lukumäärästä (tai "lapsimuuttujista" yleisemmin).

Jarque (1978) estimoi yhdellä kotitaloustiedustelulla ns. laajennetun lineaarisen menojärjestelmän (ELES). Vaikka malliin lineaarisuus on melko rajoittava oletus ja sen taustalla olevan hyötyfunktion suora additiivisuus rajoittaa estimointia vielä enemmän, malli valitaan, koska estimoinnissa halutaan eksplisiittisesti ottaa huomioon meno-osuuksien ei-negatiivisuus. Tämä johtaa ns. rajattujen selitettävien muuttujien (ks. esim. Maddala, 1983) malleihin, jotka ovat numeerisesti varsin

hankalia estimoida jopa parametriensa suhteen lineaarisella menojärjestelmälläkin. Kun lisäksi datan ongelmat rajaavat monet joustavammat menojärjestelmämallit pois ja vertailtavuuttakin halutaan, pyritään mallin kelpoisuutta varmistamaan siten, että kotitaloudet ryhmitellään (ryhmittelyalgoritmilla) siten, että ryhmien sisällä ELES-malli toimisi.

Kotitalouden tuotantoteoria kiteyttää kotitalouksien erot teknologiaeroihin. Tässä raportissa esiteltävässä tutkimuksessa on lisäksi käytetty funktiomuotoa, jossa menojen hintajouston suuruus riippuu sekä kokonaismenojen että suhteellisten hintojen tasosta.

Tarkastelun ulkopuolelle on jätetty kotitalouksien "talousopillisempi" ryhmittely: kotitalouksien voisi esimerkiksi ajatella kuuluvan kahteen liikenneregimiin, joista toiseen liittyy runsas autoilu ja toiseen ei.

Tarkoitus on näillä esimerkeillä korostaa sitä, että "kotitalouksien erojen huomioiminen" on suoraviivaista vain silloin, kun se tehdään mekaanisesti kokeilemalla erilaisia luokittelumuuttujia.

2.4 Katsaus kolmeen empiiriseen tutkimukseen

Lavean katsauksen sijasta esitellään lyhyesti kolme empiiristä tutkimusta. Tutkimukset eroavat aineistoiltaan, tilastollisilta menetelmiltään ja ainakin osin teoreettisilta lähtökohdiltaan. Yhteistä niille on mikroaineisto, kotitalouksien erojen huomioon ottaminen ja tutkimuksen kohteen luonne: omistus ja käytön määrä - ongelma. Juuri näkökulmien ja aineistojen erot tuovat lukuisia tarkennuksia siihen, mitä kotitalouksien eroilla milloinkin tarkoitetaan, miten sitä voidaan tutkia ja millaisia vaatimuksia se asettaa aineistoille. Tärkeä piirre kaikissa tutkimuksissa on aineiston korkea laatu.

Kahdessa ensimmäisessä tutkitaan paneeliaineistolla (Archibald ja Gillingham, 1980 ja 1981, jatkossa A&G) ja tarkoitusta varten kerätyllä poikkileikkausaineistolla (Berkowitz et al. 1990) kotitalouksien bensiinin kysyntää. Lähtökohtana on bensiinin kysynnän mallintaminen johdettuna kysyntänä: kotitaloudet käyttävät ajoneuvojaan kuljetuspalveluiden tuottamiseen. Menojärjestelmien tutkimusperinteestä ei löytynyt sovellutuksia bensiinin kysyntään. Kolmannessa jaksossa pohditaan siksi vain lyhyesti lähestymistavan mahdollisuuksia ja ongelmia ja viitataan eräisiin kansainvälisiin ja kotimaisiin tutkimuksiin.

2.4.1 Kotitalouden tuotantoteoria

Archibald ja Gillingham (1980, 1981) tutkivat kotitalouksien bensiinin kysyntää USA:n kotitaloustiedustelun (1972-73) aineistolla (Consumer Expenditure Survey, CES, aineiston on kuvattu artikkelissa Carlson 1974), jota he täydensivät bensiinin hintatiedoilla. Aineistoon sisältyy viiden vuosineljänneksen paneeli, joten alueellisten erojen lisäksi vaihtelua on myös yli ajan. Vuoden 1973 lopulla alkanut öljyn tuontiboikotti siis auttoi, mutta tietysti historiallinen shokki havaintoperiodilla tuo ongelmiaakin.

Kotitalouden tuotantoteoria tutkimuksen taustana

Teoreettisena lähtökohtana on kotitalouden tuotantoteoria. Kotitalouden oletetaan tavanomaiseen tapaan maksimoivan hyvinvointiaan, mutta hyvinvointi riippuu suoraan erilaisista palveluista (esim. kuljetuspalvelut) ja hyödykkeistä (esim. ateriat), joita kotitalous tuottaa. Budjettirajoitteen lisäksi rajoitteena on se "teknologia", jolla kotitalous tuottaa haluamiaan palveluita. Vaikka lähestymistapa tuntuu luontevalta bensiinin kysynnän analyysissä, se samalla rajaa huomion kotitalouksien tuotantoteknologian – tässä tapauksessa autokannan – eroihin. Empiirisessä tutkimuksessa kompastuskivenä on se, että "teknologiasta" ei ole selkeää havaintoaineistoa.

Jos kuluttajan mieltymykset (preferenssit) ja valintamahdollisuudet (teknologiarajoite ja budjettirajoite) täyttävät tietyt säännöllisyys ehdot³, voidaan markkinahyödykkeen (bensiini) kysyntäfunktio johtaa sijoittamalla kuljetuspalveluiden lyhyen ajan (eli autokanta vakio) tuotantofunktio hyötyfunktioon ja maksimoimalla sitä yli hyödyke-avaruuden, ehdolla budjettirajoite. Toinen tapa on maksimoida hyötyfunktiota suoraan ehdolla kotitalouden tuotantofunktio ja budjettirajoite. Oleellista tutkimusten ymmärtämisen kannalta on se, että kotitalouden tuotantoteoriasta voidaan maksimointikehikossa johtaa sekä bensiinin johdettu kysyntä että kuljetuspalveluiden ml. ajokilometrien kysyntä.

Ensimmäisessä artikkelissa korostetaan teoreettisen kehikon roolia pitkän ja lyhyen ajan operationaalisessa erottelussa. Tuotantoteorian tavoin lyhyt aika on se ajanjakso jolloin kotitalouden tuotantoteknologia – autojen lukumäärä ja tyyppi – ei muutu⁴. Näin voidaan perustella aineiston rajaaminen vain niihin kotitalouksiin, joiden autokanta ja asuinpaikka ei muutu. Teoreettinen lähtökohta näkyy myös siinä, että teknologian laatu halutaan eksplisiittisesti ottaa huomioon. Tämä vaikuttaa sekä käytettyihin empiirisiin malleihin että aineiston valikointiin.

Käytetty aineisto

Tutkimuksen aineistoksi on valittu otoksesta niiden 23 Yhdysvaltojen metropolialueen kotitaloudet, joille voitiin konstruoida bensiinin hintatiedot. Tarkastelu rajattiin niihin kotitalouksiin, jotka omistivat ajoneuvon eivätkä muuttaneet autovaratontaan tai asuinpaikkaansa tietojen keruun aikana. Alueellinen rajausta pudotti havaintojen määrän 19 975:stä 7 830:een, ja toinen rajausta pienensi sen 4055:een. Puutteellisten tietojen yms. takia lopullinen havaintojen lukumäärä oli 1853.

Aineistossa on normaaliin kotitaloustiedustelun tietojen lisäksi vuositason tiedot ajosuoritteesta ajoneuvoittain (paljonko kotitalous on ajanut, ajoneuvokohtainen vuositason tieto) ja kotitalouden "kuljetusteknologiasta" (autojen lukumäärä ja tyyppi)⁵. Bensiinimenot oli rekisteröity keskimääräisinä kuukausitietoina neljällä haastattelukerralla. Tarkastelusta on rajattu auton käyttö liiketarkoituksiin.

Keskeiset tulokset

Ensimmäisessä tutkimuksessa (A&G, 1980) estimoidaan bensiinin kysyntäyhtälöt kahdelle kotitalousryhmälle, yhden auton ja useamman auton kotitalouksille. Estimoitu bensiinin johdetun kysynnän yhtälö on translog - tyyppin muunnos, jossa selittäjinä ovat kulutusmenojen ja bensiinin hinnan logaritmien lisäksi niiden neliöt ja interaktiotermit. Estimoidut hinta- ja menojoustot riippuvat sekä suhteellisten hintojen että kokonaismenon tasosta. Kysyntäyhtälö rajoitetaan nollannen asteen homogeeniseksi hintojen ja kokonaismenon suhteen deflatoimalla ne muiden hyödyk-

keiden hintaindeksillä⁶. Paneeliaineiston käyttö vaikuttaa tietysti muuhunkin kuin käytettyihin estimointimenetelmiin, mutta sitä ei artikkeleissa laajemmin pohdita⁷.

Malli on siis hinta- ja tulojoustojen osalta melko joustava. Kotitaloustason aineistoille on kuitenkin tyypillistä, että vaihtelut kotitalouksien välillä dominoivat, ja nämä erot on huomioitava. Tämä tehdään kahdella tavalla.

Ensinnäkin kotitaloudet on jaettu yhden ja useamman auton kotitalouksiin. Tutkijat testasivat kerroinvektorin homogeenisuutta yli ajan (vuosi), autojen lukumäärän, kokopäivätyöntekijöiden lukumäärän, alueen ja kotitalouden tyyppin. Ainoa tilastollisesti merkitsevä ero löytyi ajoneuvojen lukumäärästä.

Toiseksi selittäjiksi on kelpuutettu runsaasti kotitalouden sijaintiin ja kotitalouden tyyppiin (demografia, koulutus, rotu jne.) liittyviä osoitinmuuttujia. Myös autokannan koko ja tyytit (sylinteriluku) on huomioitu lukuisilla osoitinmuuttujilla. Muuttajat otetaan huomioon tavallaan "kiasaparametreina", joiden vaikutus otetaan mukaan, jotta hinta- ja menojoustoestimaatit olisivat mahdollisimman "oikeita". Kokonaismeno- ja hintamuuttujat ovat pääselittäjiä, yhtälön vakio riippuu em. demografisista ja autokantaan liittyvistä muuttujista.

Mallissa hinta- ja tulojoustot eivät ole vakioita, vaan riippuvat sekä bensiinin suhteellisesta hinnasta että kokonaismenojen tasosta. Taulukoiden 1 ja 2 rivit kertovat, millä hintatasolla joustoja arvioidaan. Sarakkeet puolestaan kertovat, millä kokonaismenojen tasolla joustoja tarkastellaan. Suhteellisten hintojen ja kokonaismenojen tasoksi on valittu yhdistetystä aineistosta lasketut keskiarvot ja yhden keskihajonnan poikkeamat keskiarvoista (keskiarvo \pm keskihajonta, ka \pm kh).

Taulukko 1: Bensiinin kysynnän (suhteellinen) hintajousto kokonaismenojen ja suhteellisten hintojen eri tasoilla

suhteellinen hintataso	Yhden auton kotitaloudet			Monen auton kotitaloudet		
	kokonaismenojen taso			kokonaismenojen taso		
	ka - kh	ka	ka + kh	ka - kh	ka	ka + kh
ka - kh	-0,993	-0,472	-0,164	-0,682	-0,461	-0,331
ka	-0,952	-0,430	-0,122	-0,648	-0,428	-0,297
ka + kh	-0,915	-0,394	-0,086	-0,617	-0,396	-0,266
Sarake	1	2	3	4	5	6

Molemmissa kotitalousryhmissä hintajoustot ovat kokonaismenojen keskiarvossa lähes samat: kysyntä on jäykkää, mutta jouston itseisarvo melkoinen (sarakkeet 2 ja 5). Hintajoustot poikkeavat kuitenkin, kun niitä verrataan eri kokonaismenojen tasolla. Yhden auton kotitalouksien hintajousto pienenee kokonaismenojen kasvaessa paljon nopeammin kuin usean auton kotitalouksien. Hintajousto ei toisaalta näytä juuri muuttuvan suhteellisen hinnan muuttuessa (siirryttäessä riviltä toiselle)⁸.

Taulukko 2: Bensiinin kysynnän menojoustot kokonaismenojen ja suhteellisten hintojen eri tasoilla

suhteellinen hintataso	Yhden auton kotitaloudet			Monen auton kotitaloudet		
	kokonaismenojen taso			kokonaismenojen taso		
	ka - kh	ka	ka + kh	ka - kh	ka	ka + kh
ka - kh	0,452	0,227	0,094	0,850	0,536	0,530
ka	0,510	0,285	0,153	0,875	0,561	0,375
ka + kh	0,563	0,338	0,205	0,897	0,583	0,398
Sarake	1	2	3	4	5	6

Usean auton kotitalouksien menojousto on kaikkialla suurempi, mutta se laskee kokonaismenojen tason laskiessa nopeammin kuin yhden auton kotitalouksien menojousto. Yhden auton kotitalouksien menojousto kasvaa suhteellisen hinnan mukana nopeammin kuin usean auton kotitalouksien menojousto. Taulukoita vertaamalla voi todeta, että pienten kokonaismenojen kotitalouksilla hinta- ja tulojousto ovat suuria, ja suurten kokonaismenojen kotitalouksilla pieniä.

Jatkotutkimuksessa (A&G, 1981) esitetään dekomponointi bensiinin kysynnän hinta- ja tulojoustoille. Bensiinin kysynnän q_b , ajokilometrien q_{km} ja polttoainetalouden e_{kml} välisestä identiteetistä (1)

$$(1) \quad q_b \equiv \frac{q_{km}}{e_{kml}}$$

saadaan logaritmoimalla ja differentioimalla bensiinin kysynnän muutokselle hajoitelma (1'):

$$(1') \quad d\ln(q_b) = d\ln(q_{km}) - d\ln(e_{kml})$$

Bensiinin kysytyn määrän suhteellinen (%)⁹ muutos on siis ajokilometrien ja polttoainetehokkuuden suhteellisten muutosten erotus. Kun bensiinin kysyntää kuvataan hintojen, tulojen ja muiden selittäjien funktiolla, voidaan kysynnän hinta- ja tulojousto hajoittaa vastaavasti ajokilometrien (ajosuoritteen) joustoon ja polttoainetehokkuuden joustoon:

$$(2) \quad \epsilon_{q_b p_b} = \frac{\partial \ln(q_b)}{\partial \ln(p_b)} = \frac{\partial \ln(q_{km})}{\partial \ln(p_b)} - \frac{\partial \ln(e_{kml})}{\partial \ln(p_b)},$$

$$\epsilon_{q_b p_b} = \epsilon_{q_{km} p_b} - \epsilon_{e_{kml} p_b}.$$

Artikkelin idea on estimoida lyhyen ajan kysyntäfunktiot bensiinille, ajosuoritteelle ja polttoainetaloudelle. Koska ajoneuvokohtaiset ajosuoritetiedot on kerätty vuositasolla, korotetaan muutkin muuttujat vuositasolle. Tämä yksinkertaistaa estimointia, ja kun kaikissa yhtälöissä selittäjät ovat samat, voidaan ne estimoida tavanomaisella pienimmän neliösumman menetelmällä.¹⁰ Kysyntäyhtälössä käytetty täsmennyskin on sama kuin edellisessä artikkelissa. Kun kuljetuspalvelut rajataan (määrittelemällä) ajokilometreiksi, voidaan ajosuoritteen kysyntäyhtälö ja bensiinin kysyntäyhtälö tulkita kotitalouden tuotantoteorian kehikossa. Tätä täsmennystä voi tietysti perustella sillä, että tarkastelu rajataan niihin kotitalouksiin, joiden autokanta on vakio (ts. edustaa jonkinlaista pitkän ajan tasapainoa).

Tulosten tulkinnan kannalta hajotelma (2) on valaiseva: kuluttajien reaktio esimerkiksi bensiinin hinnan muutokseen voidaan jakaa skaalaefekteihin ja substitutioefekteihin. Hinnanmuutos vaikuttaa suoraan ajosuoritteen määrään: jos hinta nousee, ajetaan "entiseen tapaan", mutta vähemmän. Toisaalta hinnanmuutos voi vaikuttaa kuljetuspalveluiden implisiittisten suhteellisten hintojen kautta kotitalouden kuljetuspalveluiden koostumukseen ("mixiin"): ajotapoja muutetaan tehokkaammiksi. Jälkimmäistä vaikutusta kuvaa tässä mallissa polttoainetehokkuuden jousto. Kotitaloudet eivät voi lyhyellä ajalla muuttaa ajoneuvokantaansa, mutta muuttamalla ajotapojaan tehokkaammiksi ne voivat pienentää hinnan nousun kysyntävaikutusta. Luonnollisesti autojen lukumäärän oletetaan vaikuttavan ratkaisevasti, ja yhtälöt estimoidaan erikseen yhden ja useamman auton kotitalouksille. Joustoestimaatit on laskettu yhdistetyn aineiston keskiarvopisteissä (vertaa edellisiin taulukoihin), ja sulkeissa olevat luvut ovat estimaattien keskivirheitä.

Taulukko 3: Bensiinin kysynnän hintajousto ja sen komponentit (estimaattien keskivirheet)

Muuttuja	yhden auton kotitaloudet	usean auton kotitaloudet
bensiinin kysyntä	-0,772 (0,315)	-0,220 (0,408)
ajosuorite	-0,610 (0,530)	-0,157 (0,555)
polttoainetehokkuus	0,162 (0,471)	0,062 (0,610)

Molemmissa ryhmissä hinnanmuutokseen sopeudutaan ennenmuuta ajomääriä vähentämällä, eli skaalaefekti selittää bensiinin kysynnän muutoksesta yli 70 %. Tulos tuntuu järkevältä, sillä autokanta ei sopeudu. Autojen lukumäärällä ei näytä olevan oletettua vaikutusta ja joustoestimaatit ovat varsin epätarkkoja, mutta tutkijat ovat näkevinään niissä jotain tukea sille, että kuluttajat siirtyvät tehokkaampiin ajotapoihin, erityisesti yhden auton kotitalouksissa.

Taulukko 4: Bensiinin kysynnän menojousto ja sen komponentit (estimaattien keskivirheet)

Joustot	yhden auton kotitaloudet	usean auton kotitaloudet
bensiinin kysyntä	0,294 (0,051)	0,555 (0,064)
ajosuorite	0,231 (0,085)	0,474 (0,088)
polttoainetehokkuus	-0,063 (0,077)	-0,081 (0,097)

Myös menojoustojen hajotelma osoittaa, että skaalaefekti on merkittävä – sen osuus joustosta on yhden auton kotitalouksilla 78 % ja usean auton kotitalouksilla 85 %. Tutkijat päättelivät myös, että polttoainetehokkuus on molemmilla ryhmillä inferiorinen hyödyke¹¹.

Bensiinin kysynnän erot kotitaloustyyppien välillä tulevat myös esiin. Yhden auton kotitalouksien bensiinin kysynnän, ajosuoritteen ja polttoainetehokkuuden hintajoustot ovat (itseisarvoltaan) suurempia. Vastaavasti usean auton kotitalouksien tulojoustot ovat kaikilla kysynnän komponenteilla suurempia.

2.4.2 Autovarannon, matkustustavan ja bensiinin kysynnän valintamalli

Berkowitz et al. (1990) tutkivat kotitalouksien bensiinin kysyntää tarkoitusta varten kerätyllä poikkileikkausaineistolla. Artikkelin edustaa kuljetusmuodon valinnan tutkimustraditiota, jossa on tehty lukuisia kulkuneuvon valinta/käytön määrä -tutkimuksia mikroaineistoilla. Tilastollinen kehikko on diskreetin ja jatkuvan valinnan simultaaninen mallintaminen.

Kotitalous valitsee autokannan (autojen lukumäärä ja tyyppi), työmatkatavan (auto, julkinen liikenne) ja auton muun käytön (ajokilometrit). Juuri rikkaan aineistonsa ansiosta tutkijat voivat erotella auton harkinnanvaraisen (discretionary) ja ei-harkinnanvaraisen käytön (työmatkat, koulumatkat). Bensiinin kysyntää voidaan näin mallintaa johdettuna kysyntänä ja ottaa huomioon omistusta ja käytön määrää koskevien päätösten riippuvuus toisistaan.

Tutkijat kritisoivat bensiinin kysynnän aggregaattitason tutkimuksia siitä, että niissä bensiinin kysyntää mallinnetaan ikäänkuin se olisi tavallinen lopputuote. Bensiiniä ostetaan kuitenkin kuljetuspalveluiden tuottamiseen. Kotitalouden havaittu bensiinin kysyntä määräytyy (identiteettinä) kolmesta komponentista: kulkuneuvolla ajatut kilometrit (harkinnanvaraiset ja pakolliset) jaettuna kulkuneuvon polttoainetaloudella ja summattuna yli kotitalouden ajoneuvojen. Jos näitä komponentteja ei voida eksplisiittisesti ottaa malliin, ovat estimoidut parametrit (ml. joustot) vaikeasti tulkittavia, jopa merkityksettömiä. Poliitiikkavaihtoehtojen vaikutuksia ei voida tutkia, jos kotitalouksien päätösongelmaa ei mallinneta oikein. Kotitalous voi vähentää bensiinin kysyntää hinnankorotuksen takia muuttamalla työpaikan läheisyyteen, vaihtamalla työmatkatapaa, vaihtamalla ajotottumuksiaan tai vaihtamalla ajoneuvonsa

tehokkaampaan malliin. Erityisesti muiden, kuin bensiinin hintaan vaikuttavien instrumenttien (esim. tehokkuusstandardit, kuten USA:n CAFE (Crandall, 1992), autoveron muutos jne.) toimivuutta ei voida arvioida.

Monissa aggregaattitason tutkimuksissa on koitettu mallintaa näitä bensiinin kysynnän komponentteja, mutta ongelmana on silloin kotitalouden autovarannon valintapäätöksen ja ajomääräpäätöksen riippuvuus. Nämä päätökset ovat luultavasti riippuvaisia toisistaan: käytön määrä riippuu valitusta ajoneuvosta (kotitalouden ajoneuvovaranto), ja valittu auto riippuu odotetusta käytön määrästä. Kotitaloustason aineisto on ainoa vaihtoehto.

Tämä "holdings and usage" - ongelma (varanto ja käytön määrä) on tyypillinen monille kestokulutushyödykkeille (asunto ja energian kysyntä olivat ensimmäinen tutkimusongelma USA:ssa). Artikkelissa sovelletaan tämän tutkimusperinteen lähestymistapaa. Tutkimuksessa laajennetaan ajoneuvojen käytön ja omistuksen disagregoitua mallintamista (Hensher, 1985, Mannering & Train, 1985) kolmella tavalla.

Ensinnäkin "varanto ja käyttö" - malleja laajennetaan erottelemalla harkinnanvarainen ja ei-harkinnanvarainen käyttö. Odotettu ei-harkinnanvarainen käyttö – työmatkan pituus kerrottuna omalla autolla töihin matkaamisen todennäköisyydellä – estimoidaan kotitaloustason työmatkatavan valintaa selittävästä mallista. Toiseksi kahden auton kotitalouksille estimoidaan ajoneuvokohtainen käyttö: uutuutena johdetaan symmetriset harkinnanvaraisen käytön yhtälöt, jotka ovat yhteensopivia hyödyn maksimoinnin kanssa.

Kolmas, ja tutkijoiden mielestä myös tärkein, uutuus on bensiinin johdetun kysynnän analyysi tarkoitusta varten kerätyllä poikkileikkausaineistolla. Tutkimus antaa siis kuvan siitä, millainen aineiston *pitäisi* olla.

Bensiinin johdettu kysyntä

Kotitalouden (hyvinvoinnin maksimoiva) valinta esitetään vektorina (a, m_a, k_{am}) , missä

- a autovaranto: lukumäärä (0,1,2) ja tyyppi (polttoainetehokkuus, 10 tyyppiä),
- m_a työmatkatavan valinta: julkinen liikenne, auto, yhteinen auto kotitalouden muiden jäsenten kanssa,
- k_{am} muut ajokilometrit autokohtaisesti.

Alaindeksit viittaavat valintojen hierarkkisuuteen: työmatkatapaa valittaessa autovaranto on annettu ja harkinnanvaraisesta käytöstä päätettäessä myös työmatkatapa on annettu. Tämä hierarkkinen valinta voitaisiin esittää "valintapuuna", jossa ensimmäinen valinta on autokanta, toinen työmatkatapa ja kolmas harkinnanvaraiset ajokilometrit. Kaikille kolmelle valinnalle estimoidaan oma osamalli. Diskreetin valinnan mallit – autovaranto ja työmatkatapa – johdetaan ns. stokastisen hyötyfunktion maksimointiongelman ratkaisuna. Tässä yhteydessä ei käsitellä mallien rakennetta taloustieteen eikä tilastollisten menetelmien näkökulmasta laajemmin. Oleellista on se, että estimoidut mallit voidaan tulkita siten, että ne edustavat rationaalisten kotitalouksien hyödyn maksimoivia valintoja.¹²

Harkinnanvaraisia ajokilometrejä selitetään lineaarisella regressiomallilla, joka estimoidaan yleistetyllä pns-menetelmällä heteroskedastisuuden huomioimiseksi. Lisäksi valikoitumisharha pyritään poistamaan lisäämällä malliin selittäjäksi diskreetin sisäkkäisen logit-mallin avulla laskettu korjausmuuttuja. Harkinnanvarainen kysyntä ei odotetusti ole joustavaa bensiinin hinnan suhteen (eli hintajousto on suurempi kuin -1).

Kotitalouden johdettu bensiinin kysyntä voidaan näiden mallien avulla esittää muodossa

$$(3) \quad G = \sum_a^A \sum_m^{M_a} \sum_i^{n_a} \frac{(w_{iam} + k_{iam})}{e_{ia}} P_{m|a} P_a .$$

Työmatkakilometrit autovarannon a autolla i w_{iam} ja muut ajokilometrit k_{iam} (kun työmatkatapa m on annettu) jaetaan auton i polttoainetaloudella e_{ia} (kilometriä/litra) ja summataan yli varannon a autojen ($i=0, \dots, n_a$). A on kotitalouden mahdollisten autovariantovaihtoehtojen lukumäärä. M_a on työmatkavaihtoehtojen lukumäärä, kun varanto a on annettu.

Termi $P_{m|a} P_a$ kertoo, millä todennäköisyydellä kotitalous valitsee autovarannon a ja (ehdollisesti) työmatkatavan m . Nämä todennäköisyydet voidaan mallin avulla arvioida kaikille autovaranto/työmatkatapa - kombinaatioille, ja painottamalla jokaisen mahdollisen kombinaation implikoimat bensiinin kysynät vaihtoehdon todennäköisyydellä saadaan kotitalouden odotettu bensiinin kysyntä. Kun nämä kysynät summataan yli kotitalouksien päästään odotettuun kokonaiskysyntään.

Millaista havaintoaineistoa tarvitaan ?

Viikon ajoneuvokohtaisen ajopäiväkirjan lisäksi kotitalouksilta kerättiin kyselylomakkeella¹³ tavanomaisten sosioekonomisten taustatietojen lisäksi tiedot ajoneuvoista (entiset ja nykyiset) ja työmatkoista. Lisäksi kerättiin tiedot, joilla kotitalouden jäsenet voitiin yhdistää ajoneuvoihin. Polttoainetaloustiedot ja käytettyjen autojen hinnat hankittiin muista lähteistä. Ryväsanalyysin avulla ajoneuvot luokiteltiin kymmeneen homogeeniseen ryhmään neljän tyyppitiedon avulla (pituus, vuosimalli, henkilöauto vai pakettiauto, kotimainen vai ulkomainen), ja jokaisen ryhmän polttoainetalous laskettiin ryhmän keskiarvona. "Aggregaattiautoille" konstruointiin myös vuositason hallussapitokustannukset (kuoletukset, vakuutuslaskut ja muut käyttökulut). Näin saatiin yhteensä 66 mahdollista autovariantoa: 55 kahden auton, 10 yhden ja autoton vaihtoehto.

Empiiriset joustoarviot

Estimoitua mallia voidaan käyttää bensiinin kysynnän joustojen ennustamiseen. Tutkimuksessa tarkastellaan kahta tapausta: bensiinin hinta nousee 50 % ja uusien autojen polttoainetehokkuus kasvaa 25 % (muiden tekijöiden pysyessä ennallaan). Simuloinnilla generoidaan kotitalouksien autovarannot ja käyttöpäätökset yli viiden vuoden ennustejakson. Viisi vuotta vastaa tutkimuksen "lyhyttä aikaväliä": kotitaloudet voivat sopeutua muutoksiin, mutta "pitkän ajan" muutoksia ei sallita (esim. työpaikan, koulun ja asunnon sijainti). Estimoidulla mallilla lasketut bensiinin kysynnän joustot on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5: Joustoennusteet polttoainetehokkuuden ja polttoaineen hinnan suhteen

muuttuja	ajoneuvojen käyttö (km/viikko)	polttoaineen kulu- tus (l/viikko)	polttoainemenot (\$/viikko)
polttoaineen hinta	-0.21	-0.24	0.76
polttoainete- hokkuus	-0.05	-1.09	-1.06

Kotitalouksien ajoneuvojen käyttö ei tulosten mukaan jousta juuri lainkaan polttoainetalouden suhteen. Tälle hieman oudolle tulokselle esitetään kaksi perustelua. Ensinnäkin suurin osa automaatoista on kiinteitä työ- ja koulumatkoja. Toiseksi kahden auton kotitalouksissa vanhemman (tehottomamman) auton käyttö vähenee, kun uudemalla (tehokkaammalla) ajetaan enemmän, jolloin kokonaisvaikutus voi olla mitätön. Bensiinin kulutukseen polttoainetalouden muutos vaikuttaa voimakkaasti. Mallissa sen muutos vaikuttaa sekä autokannan muutoksen kautta että suoraan. Koska kyseessä on viiden vuoden "lyhyt aikaväli", on jousto suuri. Bensiinin kysynnän suhteellinen muutos jaettiin edellä (s. 19, kaava (1')) kahteen komponenttiin:

$$(1') \quad d\ln(q_b) = d\ln(q_{km}) - d\ln(e_{kmi})$$

Kun autokanta uusiutuu, autokannan keskimääräinen polttoainetehokkuus kasvaa. Jos koko autokanta uusitaan, on bensiinin kysynnän jouston vastaavassa hajotelmassa (s. 19, kaava (2)) viimeinen termi (autojen keskimääräisen tehokkuuden jousto uusien autojen tehokkuuden suhteen) täsmälleen 1. Tämä arvo on lähellä taulukossa esitettyjä lukuja.

Bensiinin kysynnän hintajoustot ovat odotetusti lyhyellä ja keskipitkälläkin ajalla pieniä, ja tutkimuksen tulokset ovat samansuuntaisia kuin monet ns. pitkän ajan hintajoustoarviot (ks. esim. Dahl ja Sterner, 1991a-b). Ajokilometrien ja bensiinin kysynnän hintajoustot ovat samansuuruisia ja yllä olevasta hajotelmasta voidaan päätellä, että bensiinin hinnalla ei ole mainittavaa vaikutusta kotitalouden autojen polttoainetehokkuuteen. Kotitaloudet siis sopeutuvat bensiinin hintamuutoksiin muuttamalla hieman ajotottumuksiaan ja tapojaan, mutta eivät vaihda autoaan tehokkaampaan malliin. Tekijät esittävät tälle "todellisuutta vastaamattomalle" tulokselle (autokanta on muuttunut Kanadassa 10-15 vuoden aikana siten, että pienet autot ovat yleistyneet) kolme selitystä. Ensinnäkin joustot ovat lyhyen ja keskipitkän ajan joustoja, muutokset autokannassa ovat tapahtuneet pidemmällä ajalla. Toiseksi kotitaloudet arvostavat muitakin auton ominaisuuksia kuin pieniä käyttökustannuksia: kun bensiinin hinta nousee, niin luovutaan toisen auton hankinnasta ja muutetaan hieman ajotapoja. Kolmas ja tekijöidenkin mielestä tärkein selitys pienille hintajoustoille on aineiston luonne, poikkileikkausaineistossa on liian vähän hintavaihtelua yli kotitalouksien.

2.4.3 Menojärjestelmät

Menojärjestelmien tutkimusperinne¹⁴ sivuutetaan lyhyesti, sillä sovellutuksia bensiinin kysyntään ei löydetty. Bakerin ja Blundellin tutkimus kotitalouksien energian kysynnästä (1991) soveltuu joiltain osin bensiinin kysynnän tutkimuksen virikkeeksi. Kysymys on "holdings and usage" - ongelmasta, mutta tutkijat eivät lähde nk. amerikkalaisen koulukunnan viitoittamalle simultaanisen valinnan mallintamisen tielle. He perustelevat – tosin tutkimusraporteissa äärimmäisen tiiviisti – kaksivaiheista lähestymistapaa teoreettisin ja tilastollisin näkökohdin. Kun simultaaninen mallintaminen johtaa huomattavan mutkikkaisiin malleihin, joudutaan kotitalouksien erot jättämään vähemmälle huomiolle. Blundell et al. haluavat keskittyä juuri niihin, käyttää mahdollisimman joustavaa kysyntäfunktiomuotoa, ja päätyvät siksi mallintamaan "omistuspäätöstä" (keskuslämmitysjärjestelmä) erikseen ja ehdollista energian kysyntää erikseen.

Suoniemi (1990 a-d) estimoi yhdellä kotitaloustiedustelulla alkoholin kysyntäyhtälön, ja kiinnitti erityistä huomiota "suurkuluttajien" käyttäytymisen mallintamiseen. Tutkimuksessa on sovellettu uudemman mikroekonometrian menetelmiä suomalaiseseen aineistoon, ja selitettävän muuttujan (alkoholin meno-osuus) jakauma on hyvin vino. Tähän ongelmaan jouduttaneen paneutumaan myös bensiinin kysyntää tutkittaessa.

Vaikka molemmissa edellä mainituissa tutkimuksissa estimoitava kysyntäfunktio on tulkittavissa kotitalouden hyödyn maksimointiongelman ratkaisuksi, ovat mallit myös tilastollisesti kelvollisia. Blundell et.al. korostavatkin tätä näkökohtaa: kotitaloustason aineistoilla on vaikeaa löytää mallia, joka riittävän joustavasti huomioisi kotitalouksien väliset erot.

2.4.4 Tutkimusten vertailua

Aineistojen kuvailu tuo havainnollisesti esiin sen, että yksittäisten tutkimusten pelkkien parametriestimaattien vertailu on melko hyödytöntä. USA:n tapauksessa – jossa on tehty runsaasti alan tutkimusta – pelkkä maan koko (jonka osittainen seuraus ovat harvat ja toisaalta rakenteeltaan rikkaammat aineistot) ja monet muut institutionaaliset seikat näkyvät itse datassa. Tällä on tietysti vaikutusta siihen mitä tilastollisia menetelmiä on mahdollista ja/tai järkevää käyttää, ja mitä ongelmia yhdestä poikkileikkausaineistosta voidaan tutkia. Toiseksi aineiston rajauksen "viimeinen rivi" kertoo A&G:n tutkimuksissa, että hieman yli puolet aineistoon rajatuista havainnoista oli kelvollisia. Osittain tämä lienee seurausta siitä, että autokannan tyyppitiedot on haluttu täydellisinä mukaan. Näin valittu teoreettinen lähestymistapa rajaa aineistoa melko ankarasti.

Vaikka estimointituloksia ei tässä tarkemmin arvioidakaan, niin ongelmana joustoestimaateissa on niiden epätarkkuus. Yksinkertaisin selitys lienee, että estimoidut mallit eivät riittävästi ota huomioon kotitalouksien välisiä eroja. Bensiinin kysyntäyhtälössä selitettävänä muuttujana on kotitalouden bensiinin kulutus, jota ei ole skaalattu esim. kotitalouden koolla. Demografiset ja muut muuttujat vaikuttavat ainoastaan vakioon, mikä lienee melko ankara rajoitus.

Kanadalainen tutkimus on lähinnä esimerkki siitä, millaista aineistoa liikennemuodon ja ajomäärän simultaaninen mallintaminen vaatii. Se on myös hyödyllinen yleisem-

pänä kehikkona, vaikka kotitaloustiedustelun aineisto ei annakaan mahdollisuuksia mallin estimointiin.

Jako yhden auton ja useamman auton kotitalouteen esitetään (A&G) melko data-analyttisenä, mallikokeiluihin perustuvana ratkaisuna. Se on tietysti perusteltavissa kotitalouden tuotantoteorian näkökulmasta: autojen määrä on oleellisempi teknologia-ero kuin niiden tyyppi. Usean auton kotitalouden teknologiarajoite on oleellisesti erilainen kuin yhden auton omistajien.

Molemmissa artikkeleissa korostetaan sitä, että esitetyt joustot (ja kysyntäfunktiot) ovat lyhyen ajan joustoja. Menettely tuo johdonmukaisuutta aineiston rajaamiseen, empiirisen mallin täsmentämiseen ja tulosten tulkintaan. Suoraviivainen tulkinta lieenee se, että rajaamalla aineisto niihin kotitalouksiin, jotka jossain mielessä ovat lähellä pitkän ajan tasapainoa, voidaan aineistosta estimoida juuri lyhyen ajan joustot. Sosioekonomiset "taustamuuttujat" vaikuttavat näihin lyhyen ajan kysyntäfunktioihin vain ja ainoastaan vakion eli tasoeron kautta. Autojen lukumäärä jakaa kotitaloudet taas teknologian suhteen. Dahl (1979) ei tätä lyhyen ajan tulkintaa hyväksynyt. Hän on omissa artikkeleissaan halunnut tulkita poikkileikkausaineistoista estimoidut joustot pitkän ajan joustoiksi. Tulkintaerimielisyyden takana on sekä tilastollisia että teoreettisempia eroja. Bensiinin kysyntäyhtälössä on – lähinnä havaintoperiodille sattuneen öljyboikotin takia – selittäjänä myös hintamuutosta kuvaava muuttuja. Archibald ja Gillingham tulkitsevat sen kertoimen välittömäksi ("impact") efektiksi ja keskittävät huomionsa täyden sopeutumisen (fully adjusted) hintavaikutukseen. Dahl tulkitsee juuri jälkimmäisen hintajoustoksi, mutta varsinainen ero on siinä, että hänen mielestään poikkileikkausaineistossa hyvin erilaiset hinnat ja tulot "kohtaavat" kotitaloudet ovat "sopeutuneet" myös pitkällä aikavälillä, esim. valitsemalla asuinpaikkansa. Koska näitä pitkän ajan efektejä ei poisteta, estimoidut hintajoustot ovat ylärajoja lyhyen ajan joustoille. Dahlin kritiikki perustui osin siihen, ettei hän tiennyt että muuttaneet kotitaloudet oli poistettu aineistosta.

Deaton ja Muellbauer (1980a, 243-) edustavat tavanomaisemman, mutta empiirisesti suuntautuneen mikroekonometrisen kotitalouksien kysyntätutkimuksen perinnettä. Empiirinen kysyntätutkimus on heidän mielestään liitettävä ja liitettävissä kuluttajan optimaalisen valinnan teoriaan, mutta juuri preferenssien ja rajoitteiden variaatio ja erilaiset esitystavat tuovat siihen sisältöä. Kotitalouden tuotantoteoria on ehkä yleisin mahdollinen tapa tehdä tämä, ja periaatteessa he hyväksyvät perusajatuksen siitä, että kotitalouksilla on samat ja stabiilit preferenssit, mutta rajoitteet (teknologia ja budjetti) eroavat. Ainoa vakava puute on siinä, että kun välittävät/vaikuttavat muuttujat ovat havaitsemattomia, ei preferenssien ja rajoitteiden erotteluun ole juuri mahdollisuuksia.

Teoreettiseksi lähtökohdaksi sopinee parhaiten Bakerin, Blundellin ym. esittämä kaksivaiheinen strategia. Bensiinin kysyntää mallinnetaan yhdessä poikkileikkauksessa auton omistajille. Kotitalouksien erot otetaan huomioon käyttämällä mahdollisimman joustavaa funktiomuotoa. Mahdollisuuksien mukaan tutkimushanketta voi laajentaa auton omistusmalleihin. Tärkeä perustelu on myös se, että tämän tradition puitteissa tehdään tutkimustyötä suomalaisella aineistolla. Kun kyseessä on vaativa työ, on yhteistyö muiden tutkimushankkeiden kanssa erittäin hyödyllistä.

3 KOTIMAISET TUTKIMUSAINEISTOT

3.1 Yleistä

Tutkimukseen sopivia poikkileikkausaineistoja on muutama. Kotitaloustiedustelut antavat laajuutensa puolesta hyvät edellytykset tutkimuksen tekemiseen. Käyttöön voidaan ottaa sekä vuoden 1985 että vuoden 1990 kotitaloustiedustelun aineistot. Kummassakin on tiedot noin 8 200 kotitaloudelta ja laaja tietosisältö. Aineistojen haittapuolina on pidettävä keruutavoista aiheutuvia ongelmia.

Liikkumis- ja liikenneturvallisuustutkimuksen aineisto on vuosilta 1985-6. Se keskittyy nimensä mukaisesti liikenneasioihin ja sen tähden joitakin tietoja on kerätty tarkemmin kuin muissa tutkimuksissa. Tiedot on saatu noin 3 500 vastaajalta.

Samalta ajankohdalta on käytössä myös TVH:n henkilöliikennetutkimuksen aineisto. Siinä vastaajien määrä on suuri (yli 10 000), mutta tietosisältö liian suppea.

Tiehallituksen toimeksiannosta on kerätty tietoja myös v. 1990 ja 1991. Tämän suppeahkon haastattelun tavoitteena on ollut saada tietoa polttonesteiden hinnanmuutoksen ja autoveron muutosaikeiden vaikutuksista kuluttajien käyttäytymiseen (Kokkarinen, 1991,1992). Havaintojen luku oli n. 2400 v. 1990 ja 2 000 v. 1991 -kysymyksessä on osittainen paneeli. Haastattelun tietosisältö on suppea, mutta tukee tämän tutkimuksen tavoitteita.

Vertailtaessa aineistojen sopivuutta joudutaan ottamaan huomioon myös bensiinimarkkinoiden muutokset. Myynti on vapautunut 1980-luvun loppupuolella, joten säännöstelykauden tietoja ei kannata käyttää nykyhetkeä analysoitaessa. Sen tähden päädyttiin käyttämään kotitaloustiedustelun 1990 aineistoa. Siihen voidaan tarvittaessa yhdistää v. 1985 aineisto. Tiehallituksen erityistutkimuksen aineistoa on syytä käyttää tulosten vertailuun.

3.2 Kotitaloustiedustelun aineiston kuvaus

Kotitaloustiedustelun 1990 aineisto sisältää tiedot 8258 taloudelta. Aineisto on erittäin laaja. Kulutuseriä on lähes tuhat ja tuloeria yli 300. Taustamuuttujia on tehty tähän mennessä kolme-neljä sataa ja uusien muuttujien muokausmahdollisuudet ovat erinomaiset.

Tiedot kerättiin vuoden ympäri, mutta eri hyödykkeiden tiedonkeruutavat vaihtelivat. Päivittäistavaroita ja monia muita useasti hankittavia tavaroita koskevat tiedot kerättiin kahden viikon mittaisen tilinpidon avulla. Useista palveluista, vaatteista ym. tiedot kerättiin yhdestä kolmeen kuukautta kestäneeltä jaksolta. Harvoin hankittavista hyödykkeistä, asumisesta ym. tiedot kerättiin koko vuodelta. Lisäksi tulot ja monet muut taustatiedot saatiin koko vuotta koskevana hallinnollisista rekistereistä tai haastatteluista.

Liikennemenoja koskevat tiedot viittaavat useaan mittaustapaan. Autonomistus ja hankinta sekä myynti koskee koko vuotta. Auton käyttömenot perustuvat pääasiassa kahden viikon tilinpitotietoihin (jotka on kerrottu koko vuotta kuvaaviksi). Kuljetuspalveluksia ym. autonkäyttöä korvaavia tai siihen liittyviä palveluita on kerätty 1-3 kuukauden ajalta. Näin ollen bensiinin kysyntää analysoitaessa aineisto sisältää

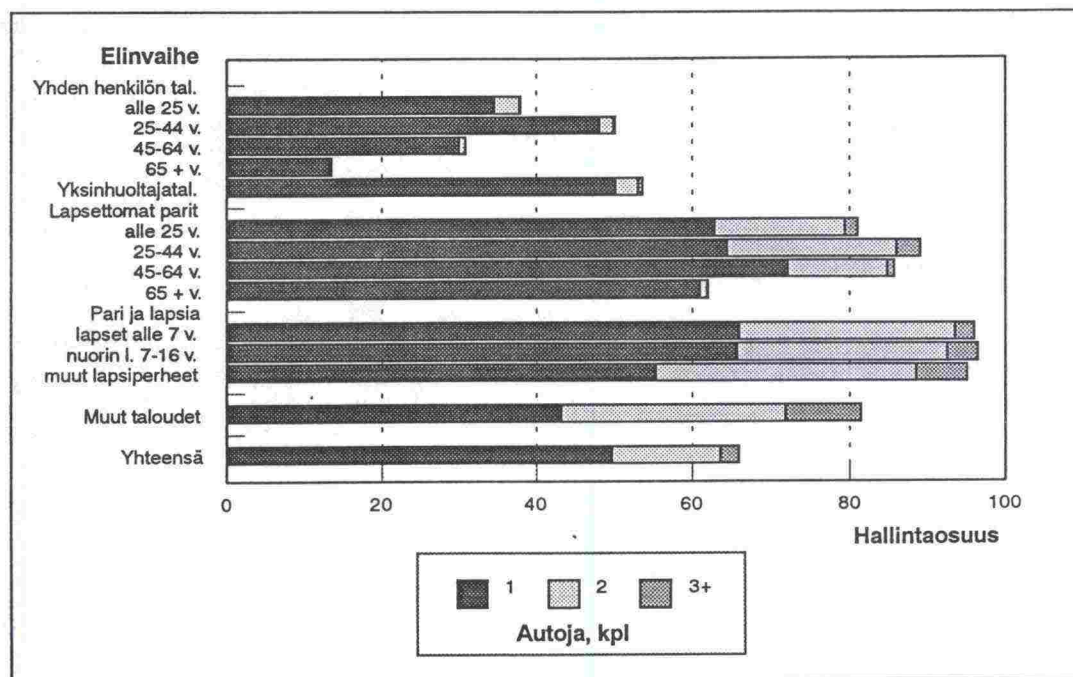
useiden keruutapojen aiheuttamia ongelmia.

Näistä ehkä hankalin on kahden viikon mittauksesta aiheutuva varianssin kasvu. Osalla talouksia on liian suuri ja osalla liian pieni kulutus. Bensiininostojen tapauksessa se merkitsee, että vähän ajavalla henkilöllä tai taloudella ei välttämättä ole tullut yhtään ostokertaa mittausjaksolle ja talouskohtainen meno on nolla. Toisaalta esimerkiksi lomamatkalla oleva talous on saattanut joutua tankkaamaan joka toinen päivä, jolloin ostokertoja tulee liikaa ja meno-osuus paisuu liian suureksi. Tällaisia ongelmia joudutaan ratkomaan kulutusta mallitettaessa.

3.2.1 Autonomistukseen ja bensiininkulutukseen liittyvien muuttujien piirteitä

Tutkimukseen valittavaa joukkoa kannattaa rajata niin, että analyysi koskee vain autollisia kotitalouksia. Seuraavassa on esitetty tietoja muutamista muuttujista sekä kaikkien kotitalouksien että autollisten kotitalouksien osalta. Kaikki luvut on korotettu perusjoukkoa vastaamaan. Auton omisti 64 % kotitalouksista, ja 4,4 %:lla oli autoetu. Kun päällekkäisyydet huomioidaan saadaan autollisten kotitalouksien osuudeksi 66 %.

Kuvio 1: Auton omistus tai hallinta kotitalouden elinvaiheen mukaan



Elinvaihe selittää autoistumista varsin hyvin. Autollisuus määrittää puolestaan kotitalouksien liikennemenojen rakennetta. Autoon ja sen käyttämiseen liittyvät menot ovat runsaat 14 % kotitalouksien kaikista menoista. Autollisilla talouksilla osuus on runsaat 17 %. Jos vaihdossa myydyistä autoista saatu "tulo" vähennetään, tulee nettomeno-osuudeksi kaikilla talouksilla 12 ja autollisilla talouksilla 14 prosenttia.

Taulukko 6: Liikennemenojen osuudet auton hallintasuhteen mukaan (%)

Kulutusmenot	Autollinen	Autoton	Kaikki
Kulkuneuvojen hankinta	9,7	1,8	8,2
- Auton osto	8,9	1,4	7,5
- Muiden kulkuvälineiden osto	0,8	0,3	0,7
- (kulkuväl. myynti)	(-3,5)	(-0,4)	(-2,6)
Kulkuneuvojen käyttömenot	8,3	0,8	6,4
Ostetut kuljetuspalvelukset ml. valuutanvaihto	6,2	8,3	6,6
Tietoliikenne	2,1	1,3	1,4
Liikennemenojen osuus yhteensä (netto-osuus, myynti vähennetty)	25,5 (22,0)	12,9 (12,5)	23,2 (20,6)
Liikennemenot käytettävissä ole- vista tuloista (netto-osuus, myynti vähennetty)	23,2 (19,7)	10,8 (10,4)	20,7 (18,1)
Menot yhteensä	148 170	63 117	115 117
Käytettävissä olevat tulot yhteensä	155 965	75 993	128 798
Kotitalouksia yhteensä	1 422 465	731 816	2 154 281
Kotitalouden keskikoko	2,76	1,39	2,30

Autollisissa talouksissa liikennemenojen osuus on kaksinkertainen autottomiin talouksiin nähden.

Bensiinin kulutusosuus on autollisilla talouksilla noin neljä prosenttia menoista (kolme prosenttia kaikkien talouksien menoista). Koska elinvaihe ja autollisuus liittyvät toisiinsa, on selvää, että riippuvuus jatkuu myös auton käyttöön ja sen seurauksena bensiinin kulutukseen. Tämän tutkimuksen mukaan autolliset taloudet olivat raportoineet 20 700 kilometrin ajosuoritteen. Bensiinimenot olivat autollisissa talouksissa runsaat 5 000 mk. Sekä ajokilometrit että bensiinimenot vaihtelevat runsaasti taloudesta toiseen. Bensiinin kulutuksen vaihtelusta osa aiheutuu aikaisemmin mainitusta mittaustavasta. Pidemmälle menevä analyysi on syytä tehdä suoraan kulutusosuuksista, koska niissä satunnaisvaihtelu tasoittuu paremmin kuin yksittäisissä kulutuslukuissa.

3.2.2 Analyysiä varten tarvittavat hintatiedot

Kotitaloustiedustelussa bensiinistä (kuten useimmista hyödykkeistä) kysytään vain taloudelle aiheutuneet menot. Hinta- ja/tai määrätietoa ei tarvita. Sen vuoksi aineistoa on jouduttu paikkaamaan hintatiedoilla. Elinkeinohallituksen ja sittemmin Tilastokeskuksen keräämissä hintasarjat olivat osittain puutteelliset tiedonkeruussa vuotta 1990 tapahtuneiden muutosten tähden. Nämä puutteet onnistuttiin kuitenkin korjaamaan ja konstruoimaan bensiinille läänikohtaiset hinnat kuukausittain. Alustavissa malleissa on pitäydytty laadun 95 E-hinnassa. Muilta osin hintatiedot ovat Tilastokeskuksen kuluttajahintaindeksin tietoja.

4 AINEISTOLLA TEHDYT MALLIKOKEET

4.1 Yleistä

Alustaviin mallikokeisiin valittiin kaksi erilaista mallityyppiä. Ensimmäinen mallityyppi on nk. naiivi kysyntämalli, jossa hyödykkeen määrällistä kysyntää selitetään erilaisilla taustamuuttujilla. Tässä käytetty mallityyppi on muotoa:

$$(5) \quad \log(Q_b) = \beta_0 + \beta_1 \log(PB95) + \beta_2 \log(KTKK) + \beta_3 JASEN + \beta_4 AUTO$$

missä Q_b = K61100/PB95 (bensiniin vuositasolle korotetut ostot jaetuna vastaavan alueen ja ajankohdan hinnalla (laatu 95 E))
 $KTKK$ = kotitalouden käytettävissä olevat tulot
 $JASEN$ = kotitalouden koko
 $AUTO$ = kotitalouden omistamien autojen lukumäärä

Hinta- ja tulomuuttujan kertoimet ovat tässä tapauksessa suoraan nk. vakiojoustoja.

Toinen mallityyppi vastaa paremmin nykyisessä ekonometrisessä kirjallisuudessa esitettyä poikkileikkausaineiston analyysiä. Se on muunnos Deatonin ja Muellbauerin (1980b) esittämästä "lähes ihanteellisesta kysyntäjärjestelmästä" (ALIDS). Muunnos on tehty yksinkertaistamalla Suoniemen (1990b, 12) alkoholin kysyntäyhtälöä.

$$(6) \quad w_b = \beta_0 + \beta_1 \log(PB95) + \beta_2 (\log MENOT - \log CPI)$$

missä w_b = K61100/MENOT (bensiniin meno-osuus kussakin taloudessa)
 $MENOT$ = kotitalouksien menot (myytyjen hyödykkeiden ml. käytettyjen autojen arvoa ei ole vähennetty)
 CPI = kuluttajahinta-indeksi

Bensiinin hintajousto on muotoa

$$(7) \quad e_p = -1 + (\beta_1 - \beta_2 w_b)/w_b$$

Vastaavasti bensiinin menojousto muotoa

$$(8) \quad e_b = 1 + \beta_2/w_b$$

(Suoniemi mt, 15).

4.2 Naiivit kysyntäyhtälöt

Malli on estimoitu vain niille talouksille, joilla on ollut ostoja tai joiden käytettävissä olevat tulot ovat nollaa suuremmat. Tulokset on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Bensiinin kysynnän joustot naiiveilla kysyntäyhtälöillä estimoituina

Muuttuja	Perusaineisto	Painotettu aineisto
Vakio	4,680 (0,432)	4,313 (0,424)
LPB95	-0,464 (0,193)	-0,481 (0,196)
LTULOT	0,229 (0,030)	0,264 (0,029)
JASEN	0,034 (0,010)	0,027 (0,010)
AUTO	0,268 (0,018)	0,266 (0,019)
R ²	0,115	0,112
F	130,349	127,720
N	4002	4002

Naiivin kysyntäyhtälön mukaan tulo- ja hintajoustot olisivat siis n. 0,25 ja -0,45 – kummatkin oikean merkkisiä ja merkitseviä. Tulojouston pienuus ei ole yllättävää, koska yhtälöön sisällytetty automuuttuja tuo nk. varallisuusvaikutusta malliin. Estimaatit eivät ole välttämättä tehokkaita, koska voidaan epäillä, että aineistoa vaivaa heteroskedastisuus.

Kysyntäyhtälökokeita väestöryhmittäin

Naiivia kysyntäyhtälöä testattiin edelleen estimoimalla väestöryhmäkohtaisia malleja kahden yleisimmin käytössä olevan luokituksen suhteen. Ne ovat kotitalouden elinvaihe sekä sosioekonominen asema. Mukaan otettiin mallit, jotka perustuvat riittävän suuriin havaintomääriin (paitsi yksinhuoltajien tapauksessa). D20-D60 viittaavat yhden ja kahden hengen talouksissa ikäryhmään. Ao. ikäryhmille on muodostettu omat dummy-muuttujat estimointia varten.

Taulukko 8: Naiivit (painottamattomat) kysyntäyhtälöt kotitalouden elinvalheen mukaan

Muuttuja	1 hengen tal.	Yksinhuoltajatal.	Lapsen pari	Pari ja lapsia < 7 v.	Pari ja lapsia 7-16 v.	Muut lapsiperheet	Muut taloudet
Vakio	5,31 ^{***}	2,69	4,18 ^{***}	5,94 ^{***}	5,45 ^{***}	5,89 ^{**}	4,29 ^{***}
LPB95	-0,82	-0,82	-0,40	-0,49	-0,29	-0,72	-0,43
LTULOT	0,17	0,42	0,25 ^{***}	0,15	0,11	0,13	0,26 ^{***}
JASEN	-	0,02	-	0,01	0,10 ^{**}	0,20	0,03
AUTO	0,47	0,47 ^{**}	0,26 [*]	0,12 ^{**}	0,28 ^{***}	0,22 ^{***}	0,26 ^{***}
D20	0,40 [*]	-	0,41 ^{***}	-	-	-	-
D30	0,59 ^{***}	-	0,40 ^{***}	-	-	-	-
D40	0,29	-	0,27 ^{**}	-	-	-	-
D50	0,54 ^{**}	-	0,22 ^{**}	-	-	-	-
D60	0,35	-	0,11	-	-	-	-
R ²	0,11	0,18	0,12	0,01	0,07	0,06	0,12
F	5,3 ^{***}	5,8 ^{***}	19,3 ^{***}	3,4 ^{**}	13,6 ^{***}	5,0 ^{***}	30,2 ^{***}
N	291	89	1064	747	684	234	887

Tähdet viittaavat t-testisuureen kriittisiin arvoihin tasoilla 0,05 (*), 0,01 (**) ja 0,001 (***).

Parametrien estimaattien arvot käyttäytyvät varsin järkevästi. Suurimmat hintajouston itseisarvot (vaikka eivät ole niukasti merkitseviä) saadaan yhden hengen ja yksinhuoltajatalouksista. Näissä ryhmissä autojen omistus ei ole niin yleistä kuin mm. kahden huoltajan lapsiperheissä. Yhden hengen talouksissa ja lapsettomien parien yhtälöissä kotitalouden kokomuuttujan korvaaminen ns. päämiehen iällä (D20-D60) osoittaa, että ikä on merkittävä selittävä tekijä.

Tarkastelu sosioekonomisen aseman suhteen (taulukko 9) paljastaa, että suurimmalle osalle talouksia malli täsmentyy järkevästi (toimihenkilöt, työntekijät ja eläkeläiset). Sen sijaan paljon ajaville (ja mahdollisesti osittain työn vuoksi ajaville) talouksille hinta- ja tulojoustot ovat pieniä ja voivat jopa tulla vääränmerkkiseksi. Bensiinin hintajousto on vääränmerkinen muiden yrittäjien ryhmässä.

Väestöryhmittäinen karkea tarkastelu osoittaa joka tapauksessa, että aineistosta voidaan tehdä kohtuullisen hyvin myös yksityiskohtaisempia analyysejä. Tässä esitettyjä estimaatteja ei voi pitää hyvinä, koska menetelmiä ei ole hiottu ottamaan aineiston erityispiirteitä huomioon. Rohkaisevaa on kuitenkin, että tuloksia on saatu ilman pitkälle menevää aineiston manipulointia ja rajoitteiden asettamista.

Jatkotyön kannalta ei liene järkevää lähteä pilkkomaan aineistoa erilaisiin ryhmiin. Sen sijaan kokonaismallia tulisi kehittää ottamalla mukaan eri väestöryhmiä kuvaavia erityismuuttujia joko dummy-muuttujina tai muulla tavoin. Myös estimointimenetelmät on sovitettava vastaamaan paremmin aineiston vaatimuksia.

Taulukko 9: Naiivit (painottamattomat) kysyntäyhtälöt kotitalouden sosio-ekonomisen aseman mukaan

Muuttuja	Maatalous-yrittäjät	Muut yrittäjät	Yl. toimihenkilöt	Al. toimihenkilöt	Työntekijät	Eläkeläiset
Vakio	4,96**	5,42***	5,16***	3,70**	5,64***	4,40***
LPB95	-0,16	0,37	-0,42	-0,86*	-0,40	-0,61
LTULOT	0,17	0,05	0,19*	0,37***	0,14*	0,22**
JASEN	0,03	0,09	0,02	-0,01	0,04*	0,05
AUTO	0,19***	0,37***	0,23***	0,27***	0,24***	0,60***
R ²	0,06	0,20	0,07	0,09	0,08	0,19
F	5,9**	15,3***	14,2***	22,4***	28,6***	28,2***
N	326	233	681	837	1351	469

Tähdet viittaavat t-testisuureen kriittisiin arvoihin tasoilla 0,05 (*), 0,01 (**) ja 0,001 (***).

4.3 ALIDS-kysyntäyhtälöt

Aineiston vaatimuksia paremmin täyttävää kysyntäyhtälöä estimoitiin vain kahdella tavalla: kaikki (kelvolliset) havainnot mukana ja vain ostoksia tehneet mukana. Muodollisesti yksinkertaisen näköiseen rajaukseen sisältyy kysyntäteorian ja estimoinnin kannalta vaikeasti ratkaistavia kysymyksiä: nk. kulmaratkaisut, polveilevat kysyntäfunktiot ym. (esim. Pudney, 1989, Deaton ja Muellbauer, 1980a). Aivan kaikkien tapausten mukana pitäminen ei liene perusteltua, koska silloin mukaan tulee väistämättä tilastotieteen termeillä rakenteellisia nollia - talouksia, joissa ei ole autoa eikä siten tarvetta kuluttaa rahaa poltonesteiden hankintaan. Seuraava ryhmä ovat ne autolliset taloudet, jotka eivät ole sattuneet ostamaan bensiiniä kahden viikon tilinpitojaksolla. Tämän ryhmän käsittely vaatii pitkälle vietyä hyötyfunktion ja sitä kautta kysyntäyhtälön teoreettista johtamista. Se liittyy suurempaan kysymykseen koko mallityypin valinnasta ja jää näin ollen jatkotyöhön.

Luotettavimmat tulokset saadaan luonnollisesti estimoimalla yhtälö vain bensiiniä ostaneiden ryhmälle (kuten naiivien yhtälöiden tapauksessa). Seuraavissa taulukoissa raportoidaan tällä aineiston osalla saadut tulokset.

Hintajousto on $e_p = -0,533$ ja menojousto $e_b = 0,536$ meno-osuuden keskiarvosta laskettuna (perusaineisto). Joustojen arvot eivät juuri muutu, kun malli estimoidaan painokertoimia käyttäen. Sen sijaan kotitalouden koko menettää merkitsevyytensä. Tulos on looginen, koska painokertoimilla on "oikaistu" otoksen poiminnassa tuleva aineiston painottuminen suuriin talouksiin sekä kadon aiheuttama vinous kotitalouksien jakaumissa.

Taulukko 10: ALIDS-mallin mukaiset kokeelliset kysyntäyhtälöt

Muuttuja	Perusaineisto	Painotettu aineisto
Vakio	0,172 (0,015)	0,182 (0,015)
LPB95	0,023 (0,009)	0,020 (0,009)
LRMENOT	-0,024 (0,001)	-0,025 (0,001)
JASEN	-0,001 (0,0004)	-0,0004 (0,0005)
AUTO	0,011 (0,0009)	0,012 (0,0008)
R ²	0,123	0,120
F	140,823	136,947
N	4003	4003

4.4 Johtopäätökset

Alustavien tarkastelujen perusteella aineiston käyttökelpoisuus näyttää sängen hyvältä. Hintajoustot, jotka yleensä ovat varsin ongelmallisia poikkileikkausaineistoissa, kyetään estimoimaan useimmissa tapauksissa oikeanmerkkisinä. Joustoestimaatit ovat epätarkemmissa naiiveissa kysyntäyhtälöissä -0,45 ja aineistoon paremmin sopivissa ALIDS-yhtälöissä -0,5. Tulokset ovat hämmästyttävän hyvin samaa suuruutta kuin viimeaikaisten aikasarjamallien antamat tulokset (Malka, 1992, tai Djerf, 1992). Aineisto antaa hyvät jatkoanalyysimahdollisuudet väestöryhmittäisten erojen testaamiseksi.

5 YHTEENVETOA JA JATKOTUTKIMUKSEN TEEMOJA

Tutkimusongelma

Kotitalouksien bensiinin kysyntä riippuu tulojen ja bensiinin hinnan lisäksi monista kotitalouden sosioekonomiseen asemaan liittyvistä tekijöistä. Aikasarja-aineistot – joilla suurin osa aikaisemmasta tutkimuksesta on tehty – eivät kerro kotitalouksien eroista sosioekonomisten tai elinvaiheeseen liittyvien tekijöiden suhteen. Poikkileikkausaineistoissa kotitalouksien erilaisuus voidaan ottaa huomioon ja sitä voidaan tutkia. Kotitaloudet voivat reagoida bensiinin hinnanmuutoksiin eri tavoin eri tulotasoilla. Tällöin bensiinin hinnan korotuksella (esim. ympäristövero) on myös tulonjakovaikutuksia. Poikkileikkausaineistoilla tehtävä kysyntätutkimus – kysyntäyhtälöiden estimointi – tuottaa siis uutta ja tärkeää tietoa kotitalouksien käyttäytymisestä. Aikasarjatutkimuksessa bensiinin kysynnän lyhyen ajan hintajousto on usein arvioitu varsin pieneksi – kysyntä ei reagoi hinnanmuutoksiin juuri lainkaan. Poikkileikkausaineistoilla voi selittää tätä tulosta, sillä se sisältää tietoja niistä taustamuuttujista

(esim työmatkat, asuinpaikka), joita ei lyhyellä ajalla voi helposti sopeuttaa.

Esitutkimuksen tulokset

Kotitaloustason aineistoilla bensiinin kysyntää on tutkittu kolmesta – ei mitenkään yhteensovittamattomista – talusteoreettisesta näkökulmasta. Kotitalouden tuotantoteoria tarkastelee bensiinin kysyntää johdettuna kysyntänä; kotitalous ostaa tarvitsemansa tuotantopanokset haluamiensa liikennepalveluiden tuottamiseen. Oleellinen asia on kotitalouksien "liikenneteknologia" – millaisia kulkuneuvoja on käytettävissä. Bensiinin kysyntää on myös tutkittu liikennemuodon valinnan mallien avulla. Kotitalous valitsee sekä liikennemuotonsa (auto tai julkinen liikenne) ja käytön määrän. Huomio kiinnitetään näiden valintojen simultaanisuuteen. Kolmas laaja tutkimusperinne liittyy ns. menojärjestelmien estimointiin. Tällöin tarkastellaan yleensä muutamaa hyödykeryhmää, mutta toisaalta voidaan ottaa huomioon kotitalouden koko kulutus. Lähestymistapa on sovellettavissa myös yhden hyödykkeen kysyntätutkimukseen. Tässä tutkimusperinteessä juuri kotitalouksien erojen mukaanottaminen on keskeistä – toteutustapoja on monia.

Viimeisin vaihtoehto eli menojärjestelmien tutkimusperinne näyttäisi soveltuvan parhaiten bensiinin kysynnän tutkimukseen. Se mahdollistaa ensinnäkin joustavan ja monipuolisen tavan ottaa huomioon kotitalouksien välisiä eroja. Toiseksi tämän tutkimustradition piirissä on käytetty juuri kotitaloustiedustelun tyypisiä aineistoja ja perehdytty niille tyypillisiin ongelmiin. Suomalaisilla kotitaloustiedusteluaineistolla on tehty ja tehdään menojärjestelmätutkimusta, jonka tuloksista ja kokeuksista on laajan ja vaikean aineiston analyysissä paljon apua.

Empiirisessä osassa liitettiin 1990 kotitaloustiedustelun aineistoon bensiinin hintatiedot. Kuvailuvien tarkastelujen lisäksi estimointiin joukko yksinkertaisia kysyntämalleja. Tulokset ovat rohkaisevia: aineistoa voi käyttää kysyntäyhtälöiden estimointiin.

Jatkotutkimuksen teemoja

Alustavien mallikokeilujen jälkeen luonteva askel olisi bensiinin kysyntäyhtälön estimointi auton omistajille. Auton omistuspäätöksen ja käyttömäärän simultaaninen valinta ei siis olisi keskeinen tutkimusongelma, vaan tarkastelu olisi ehdollinen. Lähestymistapa on myös perusteltavissa kotitalouden hyödyn maksimointiongelman ratkaisuna, mutta käytännöllisempänä etuna on se, että näin voidaan kiinnittää enemmän huomiota kotitalouksien eroihin. Analyysi on periaatteessa laajennettavissa erillisellä auton omistuksen mallilla.

Lähtökohdaksi kelpaisivat esim. "lähes ihanteellisen" (ALIDS) menojärjestelmän kanssa yhteensopivat kysyntäfunktiot. Samalla on ratkaistava, mitä aineistosta löytyviä muuttujia käytetään ja missä muodossa. Keskeinen ongelma on pohtia, löytyykö ristijoustojen estimointiin tarvittavia hintamuuttujia. Toinen suurempi ongelma on bensiinin ostotietojen nollahavaintojen käsittely; osa niistä on kuluttajien tietoisia valintoja, osa taas johtuu puhtaasta sattumasta. Bensiinin ostoihin sisältyy myös kausivaihtelua, joka hankaloittaa tarkastelua.

Koska kotitaloustiedustelun aineisto ei ole tutkimusongelman kannalta "ihanteellinen" kannattaisi myös selvittää, miten aineistoa voisi tai pitäisi (edellisen vaiheen pohjalta) täydentää. Keskeinen kysymys on kotitalouksien autokannan tietojen – merkeistä, malleista, koosta ym. tekijöistä muodostettujen indikaattorien lisääminen

aineistoon. Niiden avulla voidaan saada kotitalouksien välille eroja ns. valitun teknologian suhteen (uusien autojen ostajat, moniautoiset taloudet). Koska aineistona on yksi poikkileikkaus, sitä voisi myös täydentää joillain kotitaloussukupolvien eroja kuvaavilla korvikemuuttujilla. Kotitalouksista olevat taustatiedot antavat siihen hyviä mahdollisuuksia.

Kelvollinen tilastollinen malli antaisi myös "mittatikun" väestöryhmien välisten erojen tutkimiseen. Lähtökohtana olisi mahdollisimman joustava kysyntäfunktio, jossa joustojen lisäksi on kotitalouksien välillä olevat erot otettu huomioon eräänlaisina "kiasaparametreina". Tavoitteena on siis ensin löytää tilastollisesti kelvollinen malli koko aineistolle. Mallin avulla voidaan tutkia kotitalousryhmien välisiä eroja, joita malli ei tavoita. "Eksogeenisten" kotitalousryhmien (esimerkiksi ammattiasema, elämänvaihe, kotipaikka) lisäksi kiinnostavia ovat (mahdolliset) "endogeeniset" ryhmät: bensiinin "suurkuluttajat", kotitaloudet, joilla polttoaineiden meno-osuus on poikkeuksellisen suuri.

VIITTEET

1. Kiusaparametreilla (nuisance parameter) tarkoitetaan tässä estimoitavaan malliin ikäänkuin "olosuhteiden pakosta" liitettäviä parametreja, jotka eivät varsinaisesti ole kiinnostuksen kohteina (vrt. parameters of interest). Tavoitteena on kysyntäyhtälön estimoinnissa tyypillisesti ollut hinta- tai menojouaston estimointi, ja malliin on lisätty erilaisia luokittelu- ja taustamuuttujia, jotta nämä parametrin voitaisiin estimoida "oikein".
2. Kirjallisuuskatsaus rajattiin poikkileikkaustutkimuksiin, joissa kotitalouksien erot on otettu huomioon. Kysyntäjärjestelmien, simultaanimallien ja erilaisten yhden yhtälön mallien joukosta valittiin jälkimmäiset. Yleiset moottorikulkuneuvojen polttoaineiden kysyntätutkimukset päätettiin sivuuttaa ja keskittyä henkilöautojen bensiinin käyttöön, sillä kotitaloudet käyttävät Suomessa ostamansa bensiinin lähes kokonaan henkilöautoissa. Rajausta tarkennettiin empiiriseen taloustieteelliseen tutkimukseen, ja muun muassa laaja energiataloudellinen ja kuljetustaloudellinen tutkimus ohitettiin. Perustelu tälle rajaukselle on usko siihen, että näiden tutkimusten ongelmanasettelu on enemmän teknistaloudellinen: tutkimusongelmana ei ole bensiinin kysyntä kotitalouden päätöksenä. Olennaisin rajausta oli se, että tutkimuksissa on käytetty kotitalousaineistoja.

Tietokantahaku tehtiin Dialogin Economic Literature Index -tietokantaan. Tietokanta kattaa keskeiset taloustieteelliset aikakauslehdet ja kollektiivijulkaisut ja se vastaa sisällöltään suurin piirtein Journal of Economic Literature -aikakauskirjan bibliografista osastoa ja artikkeli-indeksiä. Kielialuerajauksen merkitystä on vaikea arvioida. Hakusanoilla "consumer, demand, gasoline/petrol" löydettiin lähes sata viitettä 1960-luvun alusta tähän päivään. Painopiste oli odotetusti yleisemmässä energian kysyntätutkimuksessa ja autojen kysyntä- ja käyttötutkimuksessa. Haku-sanojen ja indeksointien pikavertailu osoitti, että käytettyjen aineistojen (esim. cross-section data, family expenditure survey, survey data, pooled data) tai tilastollisten menetelmien avulla ei kovin luotettavasti voi viitteitä etsiä. Löydetyt artikkelit ja niiden lähdeluettelot antanevat melko kattavan kuvan alan empiirisestä tutkimuksesta.

3. Lyhyt esitys kysyntäfunktioiden johtamisesta löytyy Deatonin ja Muellbauerin (1980a, ss. 245-) teoksesta. Artikkeleissa (A&G, 1980, 1981) kotitalouden tuotantoteoriaa ei käytetä eksplisiittisesti kysyntäfunktioiden johtamiseen, asia sivuutetaan viittaamalla kirjallisuudessa esitettyihin tuloksiin.
4. Kotitalouden tuotantoteorian avulla esitetty kotitalouden hyvinvoinnin maksimointiongelma on tällöin formaalisti identtinen tavanomaisen kotitalouden maksimointiongelman kanssa (Deaton ja Muellbauer 1980a, s. 250).
5. Auton laatua kuvaavana muuttujana käytetään sylinterien lukumäärää, joka annetun viitetiedon mukaan selittää taloudellisuuden (maileja gallonalla) vaihtelusta huomattavan osan (n. 80 %).
6. Menettely on yleisesti käytetty, mutta ei täysin harmiton (Katso esim. Suoniemi 1990a, 25-).
7. Malli täsmennetään ns. "error components" - muodossa, jossa virhetermin oletetaan koostuvan kolmesta komponentista: kotitalousspesifistä, periodispesifistä ja "puhtaasta" satunnaisvirheestä. Puuttumatta paneelimallien estimointimenetel-

miin kannattaa huomata, että toisessa artikkelissa raportoitu vuositason malli on estimoitu tavanomaisella pns-menetelmällä. Laskennallinen taakka on pns-menetelmällä olennaisesti pienempi kuin suurimman uskottavuuden menetelmällä.

8. Tämä näkyy siinä, että kvadraattisen hintamuuttujan kerroin on selvästi tilastollisesti ei - merkitsevä, ja hintamuuttujankin kerroin hyvin epätarkka. Ensimmäisen artikkelin taulukoissa on painovirhe, hintojen ja kokonaismenon yhteisvaikutusta kuvaava muuttuja ei ole LOG(RPRICE*REXP) vaan $\text{LOG(RPRICE)*LOG(REXP)}$.
9. Pienillä muuttujan x muutoksilla x :n prosentuaalinen muutos on likipitään sen logaritmin $\ln(x)$ absoluuttinen muutos.
10. Tutkimuksessa estimoidaan kaksi (yhden ja useamman auton kotitaloudet) kolmen yhtälön mallia. Koska kaikissa yhtälöissä on samat selittävät muuttujat, ei mikään muu estimointimenetelmä (esim SRES) ole pns - menetelmää tehokkaampi. Polttoainetaloudelle estimoidaan siis oma yhtälö, vaikka se voitaisiin identiteetin avulla johtaa kuljetuspalveluiden ja bensiinin kysyntäyhtälöistä. Tämä tehdään puhtaasti mukavuussyistä.
11. Inferiorisen hyödykkeen kulutus laskee absoluuttisesti (eikä vain suhteellisesti), kun tulot kasvavat. Jos hyödykkeen meno-osuus pienenee tulojen kasvaessa, sitä kutsutaan välttämättömyshyödykkeeksi ja vastaavasti ylellisyshyödykkeeksi jos meno-osuus kasvaa.
12. Käytetty diskreetin valinnan malli on sisäkkäinen logit-malli (multinomial nested logit), jota esitellään mm. Maddalan (1983, 67-) oppikirjassa. Valintojen hierarkisuus ei välttämättä viittaa kotitalouden käyttäytymiseen, vaikka artikkeleissa tätä voimakkaasti korostetaan. Hierarkisuus voi olla myös diskreetin valinnan mallin tilastomatemattinen ominaisuus (ktso Pudney, 123 -).
13. 2400 postitetusta lomakkeesta palautettiin 1997, joista 697 oli hylättävä puutteellisinä. Vertailu muihin vastaaviin aineistoihin ei kuitenkaan paljastanut mitään oleellista harhaa.
14. Menojärjestelmiin liittyvä kirjallisuus ja empiirinen tutkimus on laajaa. Deaton ja Muellbauerin (1980a) oppikirja on kysyntätutkimuksen perusesitys, ja Blundellin tuore katsausartikkeli (1988) esittelee uudempia teemoja. Artikkelin lähdeluetteloon on koottu kattava lista empiirisiä tutkimuksia 80-luvulta. Suoniemen tutkimusraportti (1990a-d) on esimerkki yhden yhtälön estimoinnista suomalaisella kotitaloustiedusteluaineistolla.

LÄHTEET

Archibald, Robert, and Robert Gillingham. 1980. "An analysis of the Short-Run Consumer Demand for Gasoline Using Household Survey Data", *Review of Economics and Statistics*, Vol. LXII, No. 4, 622-8.

Archibald, Robert, and Robert Gillingham. 1981. "A decomposition of the price and income elasticities of the consumer demand for gasoline", *Southern Economic Journal*, Vol. 47, No. 4, 1021-31.

Archibald, Robert, and Robert Gillingham. 1983. "An Analysis of the Short-Run Consumer Demand for Gasoline Using Household Survey Data: A Reply", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 65, No. 3, 533-4.

Baker, Paul, and Richard Blundell. 1991. "The microeconomic approach to modelling energy demand: some results for UK households", *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 7, No. 2, 54-76.

Baker, Paul, Richard Blundell and John Micklewright. 1987. Modelling energy demand in the UK using micro-data. University College London, Economics Discussion Paper 87-23.

Baker, Paul, Richard Blundell and John Micklewright. 1989. "Modelling household energy expenditures using micro-data", *The Economic Journal*, Vol. 99, 720-38.

Berkowitz, Michael K., Nancy T. Gallini, Eric J. Miller, and Robert A. Wolfe. 1990. "Disaggregate Analysis of the Demand for Gasoline", *Canadian Journal of Economics*, Vol. 23, No. 2, 253-75.

Blundell, Richard. 1988. "Consumer behaviour: theory and empirical evidence - a survey", *The Economic Journal*, Vol. 98, 16-65.

Carlson, Michael D. 1974. "The 1972-73 Consumer Expenditure Survey", *Monthly Labor Review* 97, 16-23.

Crandall, Robert W. 1992. "Corporate Average Fuel Economy Standards", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 6, No. 2, 171-80.

Dahl, Carol A. 1983. "An Analysis of the Short-Run Consumer Demand for Gasoline Using Household Survey Data: A Comment", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 65, number 3, 532-3.

Dahl, Carol A. 1979. "Consumer Adjustment to a Gasoline Tax", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 32, 427-32.

Dahl, Carol A. 1986. "Gasoline demand survey", *The Energy Journal*, Vol. 7, No. 1, 67-82.

Dahl, Carol, and Thomas Sterner. 1991a. "A survey of econometric gasoline demand elasticities", *International Journal of Energy Systems*, Vol. 11, No. 2, 53-76.

Dahl, Carol, and Thomas Sterner. 1991b. "Analysing Gasoline Demand Elasticities: A Survey", *Energy Economics*, Vol. 13, No. 3, 203-10.

Deaton, Angus, and John Muellbauer. 1980a. *Economics and consumer behavior*. Cambridge: Cambridge University Press.

Deaton, Angus, and John Muellbauer. 1980b. "An Almost Ideal Demand System", *American Economic Review*, Vol. 70, 312-26.

Deaton, Angus, J. Ruiz-Castillo, and D. Thomas. 1989. "The influence of household composition on household expenditure patterns: theory and Spanish evidence", *Journal of Political Economy*, Vol. 87, 179-99.

Djerf, Kari. 1992. *Bensiinin kysynnän joustoista*. Neste Oy. Espoo.

Hensher, D. 1985. "Empirical vehicle choice and usage models in the household sector: a review", *International Journal of Transport Economics*, Vol. 12.

Hill, Daniel H. 1980. "The relative burden of higher gasoline prices", teoksessa *Five Thousand American Families - Pattern of Economic Progress*, Vol. VIII, 287-413.

Hutton, Sandra. 1983. "Fuel expenditure", teoksessa J. Bradshaw and T. Harris (eds.), *Energy and Social Policy*, Routledge and Kegan.

Hutton, Sandra. 1984. "Domestic Fuel Expenditure: An Analysis of Three National Surveys", *Energy Economics*, Vol. 6 (1), 52.

Jarque, Carlos M. 1987. "An application of LDV models to household expenditure analysis in Mexico", *Journal of econometrics*, Vol. 36, 31-53.

Kokkarinen, Veijo: *Polttoaineen hinnannousun vaikutus auton käyttöön*. Tielaitos, tiehallitus, tutkimuskeskus. Helsinki 1991. 17 s. + liitt. (Tielaitoksen selvityksiä 31/1991). ISBN 951-47-4971-5, TIEL 3200030.

Kokkarinen, Veijo: *Henkilöauton verotuksen muuttamisen vaikutuksia liikenteeseen*. Tielaitos, tiehallitus, tutkimuskeskus. Helsinki 1992. 22 s. + liitt. (Tielaitoksen selvityksiä 39/1992). ISBN 951-47-6501-X, TIEL 3200093.

Maddala, G. S. 1983. *Limited-dependent and Qualitative Variables in Econometrics*. Cambridge: Cambridge University Press.

Malka, Sakari. 1992. *Tieliikenteen energian kysynnän hinta- ja tulojousto*. VATT, keskustelualoitteita 21. Helsinki.

Mannering, F., and K. Train. 1985. "Recent directions in automobile demand modeling", *Transportation Research*, Ser. B, Vol. 19b, 265-74.

McFadden, Daniel. 1981. "Econometric Models of Probabilistic Choice", teoksessa Charles F. Manski and Daniel McFadden (eds.) *Structural Analysis of Discrete Data with Econometric Applications*. Cambridge Ma: The MIT Press, 198-272.

Pudney, Stephen. 1989. *Modelling Individual Choice. The Econometrics of Corners, Kinks and Holes*. Oxford: Basil Blackwell.

Rahiala, Markku. 1984. *Yksityiset kulutusmenot Suomessa 1984-1988*. ETLA, C:30. Helsinki.

Sterner, Thomas. 1990. The Pricing of and Demand for Gasoline. Swedish Transport Research Board, Report 1990:9. Stockholm.

Suoniemi, Ilpo. 1990a. Alkoholijuomien kysynnän analyysi kotitalousaineistolla, OSA I: vähittäiskysynnän malli vuoden 1981 kotitaloustiedusteluaineistosta. Oy Alko Ab, Talous ja suunnittelu, tutkimusseloste.

Suoniemi, Ilpo. 1990b. Alkoholijuomien kysynnän analyysi kotitalousaineistolla, OSA 2: vuoden 1981 kotitaloustiedusteluaineiston tuloksia. Oy Alko Ab, Talous ja suunnittelu, tutkimusseloste.

Suoniemi, Ilpo. 1990c. Alkoholijuomien kysynnän analyysi kotitalousaineistolla, OSA 3: kotitalouden kysynnän aggregointi väestötasolle. Oy Alko Ab, Talous ja suunnittelu, tutkimusseloste.

Suoniemi, Ilpo. 1990d. Alkoholijuomien kysynnän analyysi kotitalousaineistolla, OSA 4: alkoholijuomien suurkulutukseen vaikuttavista tekijöistä. Oy Alko Ab, Talous ja suunnittelu, tutkimusseloste.

Tilastokeskus (lukuisia tilastolähteitä).

Tie- ja vesirakennushallitus. Liikenne- ja autokantaennusteet (lukuisia julkaisuja).

Train, Kenneth. 1986. Qualitative Choise Analysis: Theory, Econometrics, and an Application to Automobile Demand. Cambridge, Ma: The MIT Press.

Uusitalo, Liisa and Kari Djerf. 1983. "Determinants of Gasoline Consumption", Journal of Economic Psychology, 4/1983, 149-65.

TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 22/1993 Liikenneväylän vaikutukset lähiympäristön yhdyskuntarakenteeseen; Väestö-, työpaikka- ja elinkeinorakenteen muutokset vt 3 Helsinki - Tampere -tien vaikutusalueella. TIEL 3200148
- 23/1993 Geotekniikan informaatiojulkaisuja: Pohjanvahvistusmenetelmän valinta. TIEL 3200149
- 24/1993 Geotekniikan informaatiojulkaisuja: Tiegeotekniikan yleiset suunnittelu- perusteet. TIEL 3200150
- 25/1993 Teknologien siirto, T² - keskuksen perustaminen. TIEL 3200151
- 26/1993 Pohjaveden suojausrakenteiden laadunvalvonta; Tutkimuksia ja suosituksia. TIEL 3200152
- 27/1993 Valaisinpylväiden perustaminen; Ympäristäytön laadun ja tiivistämisen vaikutus pilariperustuksen siirtymisiin. TIEL 3200153
- 28/1993 Nastallisen ja nastattoman liikenteen päällysteet, yhteenveto. TIEL 3200154
- 29/1993 Tieinvestointien toteutustapa viidessä Euroopan maassa. TIEL 3200155
- 30/1993 Pasilan virastokeskuksen työmatka- ja työliikennetutkimus. TIEL 3200156
- 31/1993 Savo-Karjalan tiepiirin murskaustoiminnan kehittäminen.
- 32/1993 Tiemerkintöjen näkyvyys; Paluuheijastavuustutkimus Lapin tiepiirissä. TIEL 3200157
- 33/1993 Tiesuolan pohjavesivaikutusten mallintaminen Joutsenonkankaalla. TIEL 3200158
- 34/1993 Kalliomurskeiden tiivistyminen ja hienoneminen, esitutkimus. TIEL 3200159
- 35/1993 Strategic Highway Research Program (SHRP) - Longterm Pavement Performance (LTPP); Koeteillä tehdyt mittaukset vuonna 1992 ja tie- rakenteen vaurioitumiseen vaikuttavat tekijät. TIEL 3200160
- 36/1993 Palaturpeen käyttö lämpöeristeenä, raportti koerakenteiden rakentamisesta TIEL 3200161
- 37/1993 Talvikunnossapidon laadun logistiset vaikutukset. TIEL 3200162
- 38/1993 Sitomattomien kerrosten kiviainesten muodonmuutosominaisuudet; Kirjallisuusselvitys. TIEL 3200163
- 39/1993 Sitomattomien kerrosten kiviainesten muodonmuutosominaisuudet; Esiselvitysvaiheen kuormituskokeet. TIEL 3200164
- 40/1993 Teiden tasaisuusmittareiden vertailu; PTM:n, Roadmanin ja Tipstickin laitevertailu sekä epätasaisuuksien vaikutus tierasitukseen. TIEL 3200165
- 41/1993 Stabiloidun materiaalin maksimiraekoon sekä koekappaleen koon ja muodon vaikutus puristuslujuuteen. TIEL 3200166
- 42/1993 Tie liikennemelun mittaaminen; Opas. TIEL 3200167
- 43/1993 Asfaltti- ja murskausasemien melun leviäminen. TIEL 3200168

ISSN 0788-3722
ISBN 951-47-7683-6
TIEL 3200169